

筑波大学農林技術研究

第1号

平成25年3月

原著論文

水田栽培がケナフのサイレージ品質に及ぼす影響  
志水勝好・市江智恵子・柴山美智子・永西 修 ..... 1

パッションフルーツの不織布ポットを用いた養液栽培  
大宮秀昭・瀬古澤由彦・酒井一雄・比企 弘 ..... 9

農産物における生産履歴情報の公開が購入動向に及ぼす影響  
— タイと日本の比較調査研究 —  
横山和人・林 久喜 ..... 19

カラマツ壮齢人工林の樹木成長におよぼす施業履歴の効果  
那須研太・清野達之・村松義昭・菅原 優・上條隆志 ..... 31

デジタルカメラ画像を用いた開葉期・落葉期の客観的識別手法の検討  
上治雄介・今泉文寿 ..... 39

技術報告

川上演習林における水文観測 — 2011—2012年の観測結果 —  
脇山義史・山中 勤 ..... 47

資 料

日本の大学における農業工学教育の動向  
本間 毅・伊藤百世・富田恵子・柴原妹美・瀧川具弘・田島淳史 ..... 61

筑波大学農林技術センター演習林気象報告  
— 川上演習林気象観測データ (2011年) —  
井波明宏・門脇正史 ..... 71

筑波大学農林技術センター演習林気象報告  
— 井川演習林気象観測データ (2011年) —  
今泉文寿・上治雄介 ..... 79

筑波大学農林技術センター演習林気象報告  
— 筑波実験林気象観測データ (2011年) —  
佐藤美穂 ..... 87

筑波大学農林技術センターにおける1998年から2011年までの  
飼料用トウモロコシの生育ならびに収量調査結果  
片桐孝志・秋葉よしえ・山本倫成・岡田一男・浅野敦之・石川尚人・  
田島淳史 ..... 95

筑波大学農林技術センターを利用した研究成果 ..... 111

筑波大学農林技術研究 投稿規定 ..... 118

筑波大学農林技術研究 原稿作成要領 ..... 119

筑波大学農林技術研究

第1号

2013

筑波大学農林技術センター

# 筑波大学農林技術研究

## Tsukuba Journal of Agriculture and Forestry

# 第1号

平成25年3月

筑波大学農林技術センター

Agricultural and Forestry Research Center, University of Tsukuba



筑波大学農林技術研究編集委員

委員長	瀧川具弘	農林技術センター
幹事	田島淳史	農林技術センター
〃	清野達之	農林技術センター
委員	小幡谷英一	生命環境系
〃	上條隆志	生命環境系
〃	立花敏	生命環境系
〃	山中勤	生命環境系
〃	林久喜	農林技術センター
〃	藤岡正博	農林技術センター
事務局	伊藤百世	農林技術センター
〃	佐藤美穂	農林技術センター
〃	本間毅	農林技術センター

全文ウェブ公開

筑波大学附属図書館つくばリポジトリ

<http://www.tulips.tsukuba.ac.jp/Tilips-R/>

## 筑波大学農林技術研究の発刊によせて

この度、「筑波大学農林技術センター演習林報告」（昭和58年創刊）と「筑波大学農林技術センター研究報告」（平成元年創刊）を統合し、新たに「筑波大学農林技術研究」を発刊する事になり、その第一号を発行する運びとなりました。今回のこの二つの研究報告の統合は、農場部門と演習林部門の長年に亘る思いが一つになった結果ですが、折角の機会ですので、この場をお借りして今回この二つの研究報告を統合することについて、その背景を考えてみたいと思います。

筑波大学農林技術センターは、東京教育大学農学部に附属して設置されていた祖師谷農場、保谷農場、坂戸農場、八ヶ岳・川上演習林、井川演習林および農業工学研究所を母体とし、1973年（昭和48年）に筑波大学が開学した際にこれらの組織を統合し、農林学に関する教育・研究を推進する学内共同利用施設として発足しました。この様に書いてしまうと、あたかも簡単な事のように聞こえてしまいが、それまで農学部附属であったとはいえ、独立して運営されていた農場と演習林を教育審議会管轄の教育センターとして統合することは全国の国立大学で初めての試みであり、新構想大学として発足した筑波大学を象徴する出来事のひとつでした。今でこそ多くの大学における農場や演習林がフィールドセンター化し、中には農場と演習林を合わせ持つセンターもありますが、筑波大学農林技術センターはまさに時代の流れを先取りした組織統合の先駆者としての役割を果たしたといえます。そのため、農林技術センター発足当時は生みの苦しみを味わったと聞いておりますが、今日の発展を見る事が出来たのは、初代センター長を勤められた森野一高先生をはじめ歴代の教員、技術職員、事務職員の情熱とご努力の賜物だと思います。そのような視点でみると、この度、農場と演習林という異なった学問的背景を有する分野が個別に発行していた二つの研究報告を統合することは、アカデミックな意味で画期的なことであり、農林技術センター運営の真の一体化がまた一步前進した事になります。農林技術センターが発足した時とは社会状況は大きく変化したなかで、農林技術に関する教育と研究を推進することを通して広く社会に貢献するという設立時の理念はいささかも揺るぎません。

この度発刊される「筑波大学農林技術研究」が農林技術センターで産み出される「知の結晶」を公表する場として大きく育っていくことを祈念いたします。

平成25年3月

農林技術センター長  
瀧 川 具 弘

## 原著論文

- 水田栽培がケナフのサイレージ品質に及ぼす影響  
志水勝好・市江智恵子・柴山美智子・永西 修 …………… 1
- パッションフルーツの不織布ポットを用いた養液栽培  
大宮秀昭・瀬古澤由彦・酒井一雄・比企 弘 …………… 9
- 農産物における生産履歴情報の公開が購入動向に及ぼす影響  
— タイと日本の比較調査研究 —  
横山和人・林 久喜 …………… 19
- カラマツ壮齡人工林の樹木成長におよぼす施業履歴の効果  
那須研太・清野達之・村松義昭・菅原 優・上條隆志 …………… 31
- デジタルカメラ画像を用いた開葉期・落葉期の客観的識別手法の検討  
上治雄介・今泉文寿 …………… 39
- 技術報告
- 川上演習林における水文観測 — 2011—2012年の観測結果 —  
脇山義史・山中 勤 …………… 47
- 資 料
- 日本の大学における農業工学教育の動向  
本間 毅・伊藤百世・富田恵子・柴原妹美・瀧川具弘・田島淳史 …… 61
- 筑波大学農林技術センター演習林気象報告  
— 川上演習林気象観測データ (2011年) —  
井波明宏・門脇正史 …………… 71
- 筑波大学農林技術センター演習林気象報告  
— 井川演習林気象観測データ (2011年) —  
今泉文寿・上治雄介 …………… 79
- 筑波大学農林技術センター演習林気象報告  
— 筑波実験林気象観測データ (2011年) —  
佐藤美穂 …………… 87
- 筑波大学農林技術センターにおける1998年から2011年までの  
飼料用トウモロコシの生育ならびに収量調査結果  
片桐孝志・秋葉よしえ・山本倫成・岡田一男・浅野敦之・石川尚人・  
田島淳史 …………… 95
- 筑波大学農林技術センターを利用した研究成果 …………… 111
- 筑波大学農林技術研究 投稿規定 …………… 118
- 筑波大学農林技術研究 原稿作成要領 …………… 119



## 水田栽培がケナフのサイレージ品質に及ぼす影響

志水勝好<sup>1\*</sup>・市江智恵子<sup>2</sup>・柴山美智子<sup>3</sup>・永西 修<sup>4</sup>

<sup>1</sup> 筑波大学生命環境系

305-8572 茨城県つくば市天王台1-1-1

<sup>2</sup> 筑波大学第二学群生物資源学類

305-8572 茨城県つくば市天王台1-1-1

<sup>3</sup> 筑波大学大学院生命環境科学研究科

305-8572 茨城県つくば市天王台1-1-1

<sup>4</sup> 畜産草地研究所

305-0901 茨城県つくば市池の台2

### 要 旨

ケナフ (*Hibiscus cannabinus* L.) は繊維作物として熱帯地域で広く栽培されており、近年飼料としての利用が注目されている。本研究ではケナフサイレージの発酵特性を検討するために発酵の様相を経時的に測定し、水田栽培で刈取法の異なるケナフサイレージを比較検討した。ケナフ品種はEverglades 41を用い、2009年5月から筑波大学農林技術センター内で畑地、水田条件で栽培を行った。草高120cm程度で1番刈りを地際から20cmで行い、その約3ヶ月後に再生草を収穫した。収穫した植物体全体を2cm程度に細断し、サイレージ作成用ポリ袋に入れ、脱気密封し、20℃恒温でサイレージ発酵調製を行った。この結果、刈取回次に関わらず、ケナフサイレージは調製期間を通して低pHを保ち、貯蔵特性は良好であった。しかし乳酸含有率が非常に低いことから、元来pHの低い植物であるケナフの性質が乳酸発酵に影響を及ぼしているものと考えられた。

キーワード：刈り取り回次、ケナフ、サイレージ、水田

### 緒 言

日本の平成23年度の食料自給率はカロリーベースで約39%であり（農林水産省 2012）、政府は食料自給率の向上を目指している。しかしその一方、純国内生産飼料自給率はさらに低く平成22年で25%であり、これを増加させることを農林水産省は目標にしている（農林水産省生産局畜産部畜産振興課消費・安全局畜水産安全管理課 2012）。食料、飼料自給率の向上を目指す我が国に対し、世界では地球温暖化に対する化石燃料使用抑制の上からカーボンニュート

ラルである農産物によるバイオエタノール、バイオディーゼル燃料生産が注目されている。アメリカでは2007年に「2007年エネルギー独立・安全保障法」が成立し、トウモロコシなどの生産量の3割以上がバイオ燃料に使用されるようになった。その結果、作物生産物のバイオ燃料利用と食料や濃厚飼料利用との間での競合が穀物価格の高騰を引き起こした結果、食用作物生産物の燃料化については問題視されてきた（OECD-FAO 2007）。そのような中で、安全で、持続的に飼料を利用するためには、我が国は飼料を輸入に頼るのでなく自給飼料の増産を目指

\*連絡者：志水勝好 筑波大学生命環境系

305-8572 茨城県つくば市天王台1-1-1

E-mail：shimizu.katsuyosh.gm@u.tsukuba.ac.jp

すこと、国内での低利用資源や未利用作物の飼料利用の拡大を進める必要がある（農林水産省生産局畜産部畜産振興課消費・安全局畜水産安全管理課 2012）。

そのような状況でケナフ (*Hibiscus cannabinus* L.) は粗蛋白質含有率が高く、飼料作物としての利用が期待されている（熊井ら 1998a、b、敷田ら 2000、石川ら 2002、2005、志水ら 2006）。ケナフはアオイ科フヨウ属の1年生草本で、繊維作物として熱帯地域で広く栽培されており、生育が旺盛で播種から半年ほどで草高が3～5mになる（小林 1998）。

近年国内の生産調整水田では奨励作物として飼料用イネが栽培されているが（河本ら 2009）、イネは出穂前から出穂期、乳熟期、糊熟期、完熟期にかけて粗蛋白質含有率が14.5%、10.0%、7.4%、6.3%、5.3%と生長に伴い低下し、稲わらでは7.1%程度である（中央畜産会 2002）。ケナフはイネに比較し約30～10%と生育期間を通して高い粗蛋白質含有率をしめす（熊井ら 1998a、b、熊井 1999、石川ら 2005）。ケナフを飼料作物として利用する際、生育中期の靱皮繊維が未発達である草高120cm程度で収穫し、切り株から再生させることで日本の気候では年に二度の収穫が見込め、栄養価の高い粗飼料の安定供給が期待できる（志水ら 2006）。またケナフは畑地で栽培されるが、水田栽培が可能な数少ない作物の一つでもある（農林水産省農林水産技術会議事務局 2002、志水ら 2003、阿部ら 2009）。

ケナフを飼料として利用する際、労力や乾燥コストの面から乾草飼料とするよりもサイレージ化するのが実用的と考えられるが、そのためには良質サイレージの調製法を明らかにすることが必要である。ケナフサイレージの評価に関する報告は多いが（熊井ら 1998a、b、敷田ら 2000、石川ら 2002、2005）、これらは生成されたサイレージとしての評価であり、pHや有機酸含有率などの作成中の経時的な動態に関する知見は乏しい。また、ケナフ葉の飼料に関する研究は多くなされているが（熊井ら 1998a、b、敷田ら 2000、石川ら 2002、2005）、植物体地上部全体を用い、栄養価の高い飼料調製を目的とした再生草サイレージに関する研究はほとんど見られない。

サイレージの品質は、発酵の良否によって判定されるが発酵品質は評価法として揮発性脂肪酸（VFA）含有率による化学的評価法が広く普

及している（日本草地畜産種子協会 2009）。サイレージは、乳酸発酵から生じる乳酸による酸性化によって、不良菌の繁殖を阻止して安定的に貯蔵するものであるため、乳酸の含量が多く、pHが低いほど優れていると考えられる（日本草地畜産種子協会 2009）。pHが十分下がらない場合、酪酸生成菌が増殖して酪酸などのVFAが生成される。それに伴いアミノ酸の分解が起こり、VBN（揮発性塩基窒素、主にアンモニア）が多量に生成される（日本草地畜産種子協会 2009）。そのため、pHやVFAの経時的变化を調べることは品質を評価する上では重要である。本研究では、ケナフに含有される有機酸のためサイレージ調製初期より低pHが予想できるケナフサイレージについて（鮫島ら 2002、石川ら 2002）、既報による他作物とのVFAの発酵の様相が大きく異なることが考えられることから、pHおよびVFAに関して発酵の様相を経時的に測定し、ケナフ地上部のサイレージの品質特性の経時的变化を検討することを目的とし、生産調整されている水田を対象としてケナフの飼料的栽培・利用の可能性を調べた。品種は安定して種子を入手でき、報告も多いEverglades41を用いた。

## 材料および方法

### 1. 栽培および刈取り方法

ケナフ (*H. cannabinus* L.、品種Everglades 41) を用い、筑波大学農林技術センター内の水田で2009年に栽培した。園芸用培養土（スーパーミックサA、(株)サカタのタネ；N-180、P-120 K-220(mg/L))を充填した育苗ポットに播種した。比較対象として畑圃場（淡色黒ボク土）にケナフを同日に直播（株間15cm、条間30cm）した。基肥として複合化成肥料（くみあい複合燐加苦土安800）を $5\text{ gN/m}^2 \cdot 12.5\text{ gP}_2\text{O}_5/\text{m}^2 \cdot 12.5\text{ gK}_2\text{O/m}^2$ 、追肥として硫安 $5\text{ gN/m}^2$ を施用した。ケナフ苗は5月28日に水田に移植した。対照区と刈取り試験区としてそれぞれ水田、畑地 $2\text{ m} \times 5\text{ m}$ を3反復設けた。サイレージには収穫まで刈取りを行わなかった水田対照区の植物体地上部と、刈取区として1番刈で収穫した1番草地上部と刈取り後に再生した再生草地上部（再生草区）を用いた。畑地の1番刈りは7月28日、水田の1番刈りは8月3日、最終刈取りは11月7日に行った。1番刈りの刈取り草高の目安は120cm程度で畑地、

水田で地際から20cmの高さで刈取った。畑地で栽培したケナフは1番刈り後の再生草の再生率が低く、サイレージ調製必要量が得られなかった。

## 2. サイレージ調製

サイレージ調製は小規模サイレージ発酵試験法に基づき調製した(日本草地畜産種子協会2009)。各区から収穫したケナフは地上部全体を細断機で2cm程度に細断し、それぞれ約240gをバキュームシーラー用ポリ袋(165mm×280mm、アズワン製)に入れ、バキュームシーラー(バキュームシーラー エコノミー VS400N、筑波光化学製)で脱気密封した。各栽培区3反復とした。サンプルを約20℃に調整した人工気象機(コイトロンKG-50HAL、小糸製作所)にて発酵調製後0、1、4、7、14日で冷凍し、発酵を停止させた。

## 3. 分析用サイレージ抽出液作成と分析

サイレージ調製した各々のサイレージを解凍したのち開封し、よく混合した後、約1/4の量を500mlビーカーに移し、約200gの蒸留水に一日浸漬させ、数時間に一度攪拌した。一日経過後、濾紙(定性濾紙15cm No.2、東洋濾紙製)で濾過した液を50ml遠沈チューブに移し、これを抽出液とした。抽出液の分析項目は、pHおよび揮発性脂肪酸(Volatile Fatty Acid: VFA)である乳酸、酢酸、酪酸およびプロピオン酸含有率とした。乳酸含有率のみr-biopharm社製F-kitを用いて測定方法に基づき分析し、ガスクロマトグラフにより測定した。F-kitを用いた乳酸測定ではサイレージ抽出液を10mlの遠心分離用試験管に約5ml採取し、8℃で3000g×10分遠心分離し、上澄み液を分析試料とした。乳酸以外のVFA濃度についてはガスクロマトグラフ(HP6890、Hewlett Packard)にて測定した。内部標準液の組成はクロトン酸0.15mol/l、除蛋白のためリン酸5%とした。2mlマイクロチューブに内部標準液1mlを入れ、サイレージ抽出液を0.25ml(畑地条件区)もしくは1ml(水田条件区)加えた。サンプルを入れたマイクロチューブを3000回転で10分間遠心分離した。遠心分離後、上澄み液1mlをガスクロマトグラフ分析用サンプルとした。用いたカラムはガラスの長さ150cm、充填剤はThermon-1000(5%+0.5%リン酸)Chromosorb W(AW-DMCS)80~100メッシュ、

キャリアーガスは窒素で30~40ml/分とし、ガスクロマトグラフの測定条件は、検出器の温度を250℃、インジェクターの温度は230℃とした。pHの測定はpHメータ(カスタニーACT pHメータD-20シリーズ、HORIBA製)を使用して抽出液作成時に行った。

## 4. 統計解析

得られた測定値について二元配置の分散分析を行った後、Tukey法により多重検定を行った。

## 結果

本研究で得られた結果は、処理区により圃場条件、刈取り回次に分けて分析を行った。畑地条件ではプロピオン酸は検出されず、プロピオン酸は水田刈取区の調製14、28日目においてのみ検出され、それぞれ0.14%および0.20%であった。

### 1. 水田栽培ケナフの比較

水田栽培ケナフのpHは3.4~4.2を推移していた(図1)。刈取りを行わなかった対照区が刈取りを行った再生草区よりもやや高く3.6~4.2程度を推移した(図1)。乳酸含有率には差は見られず、0.0007~0.0041%と極めて低い値で推移し、調製1日目に3処理区とも顕著な増加が見られた(図2)。14日目には水田対照区と

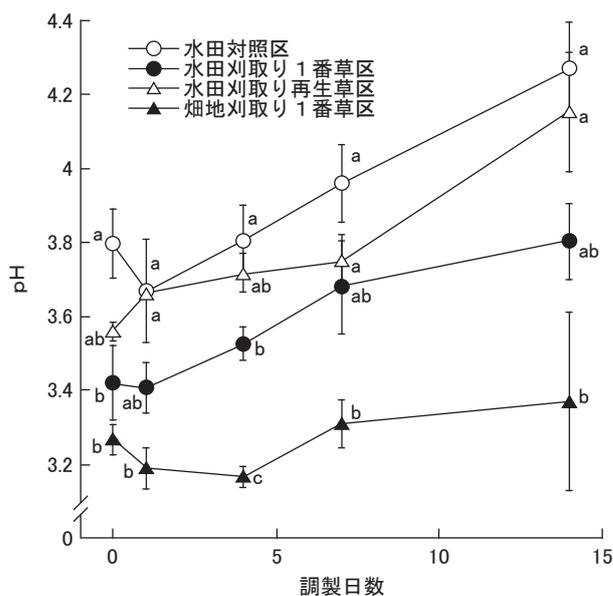


図1 ケナフサイレージのpHの推移  
 垂線は標準誤差を示す。n=3。  
 同じアルファベットは処理区間にTukey法により5%水準で有意でないことを表す。

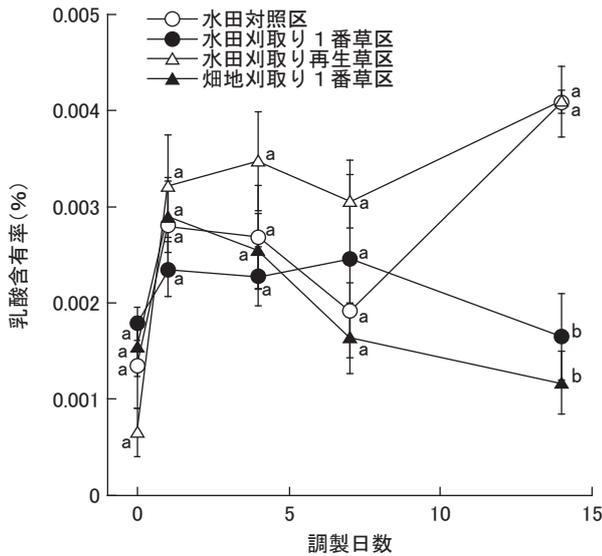


図2 ケナフサイレージの乳酸含有率の推移  
垂線は標準誤差を示す. n = 3.  
同じアルファベットは処理区間にTukey法により  
5%水準で有意でないことを表す。

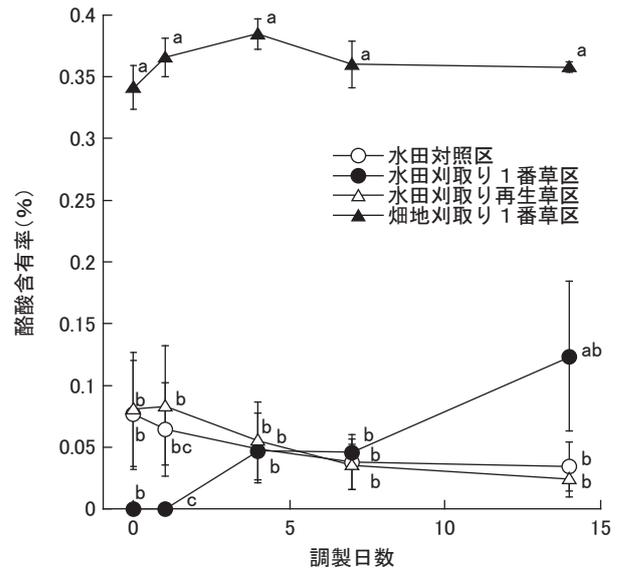


図4 ケナフサイレージの酢酸含有率の推移  
垂線は標準誤差を示す. n = 3.  
同じアルファベットは処理区間にTukey法により  
5%水準で有意でないことを表す。

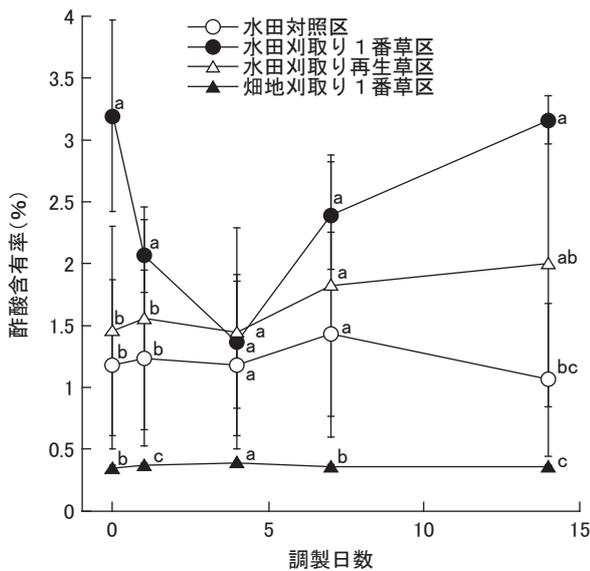


図3 ケナフサイレージの酢酸含有率の推移  
垂線は標準誤差を示す. n = 3.  
同じアルファベットは処理区間にTukey法により  
5%水準で有意でないことを表す。

水田刈取り再生草区が高い値を示した。酢酸含有率については、調製期間中に1.1~3.2%を推移した。対照区が刈取り1番草区および再生草区より低く推移する傾向があった(図3)。酢酸含有率には差は見られなかったが、対照区、再生草区で調製初期が最も高い0.08%程度であり、発酵が進むに従い減少したが水田刈取り1番草区は逆に増加した(図4)。

## 2. 水田および畑地刈取り1番草区の比較

pHは3.1~3.8の範囲内で推移し畑地刈取り1番草区より水田刈取り1番草区の方がやや高い値を示した(図1)。乳酸含有率については共に0.0012~0.0030%と極めて低い値を推移していき、両区に差は見られなかった(図2)。酢酸含有率について畑地刈取り1番草区では0.34~0.38%をほぼ増減なく推移していたが、水田区では調製4日まで3.20%から1.37%急激な減少が見られ、その後調製期間中に3.54%まで増加した(図3)。酢酸含有率については畑地刈取り1番草区が0.34から0.38程度で安定し、水田刈取り1番草区に比較し高く推移した(図4)。

## 考 察

サイレージは生草類を乳酸発酵させて一定期間貯蔵し生草類の代用となる最も有効な多汁質飼料である(朝日田1981)。サイレージの調製中に嫌気状態を保つことで乳酸発酵により生成した乳酸が酸性化を促し、pHを低く維持することで不良菌の増殖を抑制し、腐敗を防いでいる(朝日田1981)。一般的に用いられるトウモロコシ等のサイレージでは、調製開始時にはpH6.0前後であったものが調製初期に急激に低下し、約pH4.0で安定状態となる。一方で劣質のものであると、pHの低下が緩やか、もしくは上昇傾向となり、不良菌が増殖し腐敗を引き起こしたり、pH4.0以下になるまでに作物中に

含まれるプロテアーゼにより蛋白質分解が生じ栄養価の損失が起こる。このため初期のpHの低下が非常に重要となる(安宅 1979)。水田栽培されるイネおよび飼料用イネのサイレージのpHが4~6であるのに対し(永西・四十万谷 1998、河本ら 2009、飛佐ら 2009)、本実験でケナフサイレージのpHは調製前から非常に低く、調製期間中もpH3.0~4.2と低い値を推移していた(図1)。しかし、ケナフサイレージの低pHはケナフの汁液中の有機酸により低いためであり乳酸発酵によるものではない(鮫島ら 2002、石川ら 2002)。乳酸含有率はイネが0.1~0.5%(永西・四十万谷 1998)、イタリアンライグラスが90日間の貯蔵で2%程度まで増加するのに対し(小川ら 1976)、ケナフサイレージの乳酸含有率は0.004%程度に停滞し、ほとんど乳酸発酵が進んでいなかった(図2)。乳酸菌は他の酪酸菌等の不良菌と比較して発酵の最適pHが低く3.8~4.8であり(安宅 1979)、ケナフに含まれるヒビスカス酸(鮫島ら 2002)による低pH条件が乳酸発酵に影響を及ぼしているものと考えられた。そして畑地、水田栽培の違いはこの性質に影響を及ぼさなかった(図1)。永西・四十万谷(1998)によると酢酸はイネでサイレージ調製中に増加が見られ、56日後には1.0~1.5%を示した。飼料用イネでは約50日後に0.12~1.16%を示したが(河本ら 2009)、ケナフでは畑地刈取り1番草区で0.4%、水田対照区で1.20~1.4%、水田刈取り再生草区で1.4~1.8%程度で安定していた(図3)。一般的にはサイレージ調製後3~4日目頃の酢酸菌の活性化により酢酸が増加、そのためpHが低下するが、その後は乳酸菌の活性化により乳酸が生成され酢酸菌の活性は著しく低下し、pHが4.2以下の安定した品質のサイレージになり易い(安宅 1979)。ケナフはサイレージ調製の最初からpHが3.3~3.8と低かったことから、酢酸の生成については他の飼料作物のサイレージ調製中の酢酸含有率の変化とはかなり異なった特徴を示した。酪酸生成はイネでサイレージ調製後4日目頃から始まり56日~2ヶ月後で0.1~0.7%であり(永西・四十万谷 1998、河本ら 2009、飛佐ら 2009)、水田ケナフは調製期間中0.15以下であることから低pH条件が酪酸生成についても抑制しているものと考えられた(図4)。

調製開始時からpHが低く保たれるという点から、本研究で用いた畑地、水田条件栽培ケナ

フはサイレージとして良質な貯蔵性を示したと考えられた。水田栽培ケナフのサイレージ利用は畑地栽培に比較して、特に2回刈りは粗蛋白質含有率から考えても有効と推察した(志水ら 2006)。サイレージの劣質指標であるプロピオン酸が水田条件においてのみ検出されたが酢酸、酪酸の低含有率はフリーク評点においてはそれぞれ20点、50点と高くなった(日本草地畜産種子協会 2009)。フリーク評点法は有機酸組成の割合を用いた評価法であり、乳酸、酢酸、酪酸の含量を求め、その重量比を基に評点を算出する。そしてその総点数によってサイレージの発酵品質を優(81~100)、良(61~80)、可(41~60)、中(21~40)、下(0~20)の5段階の等級に評価する(中央畜産会 2011)。乳酸については水田条件で検出量は微量であったことから乳酸のフリーク評点では0点となり、総合評価では優とはならなかった。乳酸発酵が抑制されるケナフのような低乳酸サイレージにはフリーク評点法による評価は適当でないと考えられる。フリーク評点以外の評価法にVスコアがあるが、こちらはVFAに加えて揮発性塩基態窒素(VBN)を分析することで蛋白質の分解の程度を考慮した評価方法である(日本草地畜産種子協会 2009)。本研究ではサイレージの品質評価に関して最も重要な項目であるVFA組成の分析のみを行ったが、調製中の蛋白質分解に関しての分析も含め、今後ケナフサイレージのような、低乳酸含有率サイレージの評価法をVスコア含め検討する必要があると考えられた。

## 引用文献

- 阿部淳、テップワディ=チャンディ、アナン=ポルタニー、森田茂紀(2009) 湛水に対するケナフの根の反応. 農及園 84: 107-111.
- 朝日田康司(1981) 飼料. 畜産学. (清水寛一監修) 文永堂、東京. pp202.
- 安宅一夫(1979) サイレージの基礎. 農業技術大系 畜産編7 飼料作物(基礎編). 農山漁村文化協会、東京. pp基85-95.
- 中央畜産会(2002) 日本標準飼料成分表(2001年度版). 丸井工文社、東京. pp48-52.
- 中央畜産会(2011) サイレージの品質評価法と簡易な見分け方について. 畜産情報ネットワーク畜産統合検索システム. [http://library.lin.gr.jp/qa\\_info.php?id=2442](http://library.lin.gr.jp/qa_info.php?id=2442) (参照2013年1月21日).
- 永西修、四十万谷吉郎(1998) 稲ホールクロップサイレージの発酵特性. 日草誌 44: 179-181.
- 石川尚人、志水勝好、永西修(2002) ケナフ葉部の飼料成分および消化特性. 日草誌 48: 261-263.

- 石川尚人、志水勝好、永西修 (2005) ケナフ葉サイレー  
ジのタンパク質画分と発酵特性 日草誌 51: 303  
-306.
- 河本英憲、山口弘道、小松篤司、田中治、押部明徳  
(2009) 飼料イネのサイレージ発酵に及ぼす細切・  
高密度詰込の影響. 日草誌 54: 323-327.
- 小林良生 (1998) 環境に役立つ紙資源「ケナフ」増補版、  
第2版. ユニ出版有限会社、東京. pp1-303.
- 熊井清雄、福見良平、服部育男、鮫島一彦 (1998a)  
農場副産物を利用したケナフ葉サイレージの発酵特  
性および飼料価値. 日草誌 44 (別): 274-275.
- 熊井清雄、福見良平、村上恵子、服部育男 (1998b).  
青刈ケナフの収量ならびにケナフサイレージの飼料  
価値. 日草誌 44 (別): 276-277.
- 熊井清雄・服部育男・福見良平・杉本秀樹・鮫島一  
彦 (1999). 品種の差異が青刈りケナフの生育収  
量ならびにサイレージ品質に及ぼす影響. 日草誌  
45 (別): 138-139.
- 日本草地畜産種子協会 (2009) 三訂版 粗飼料の品質  
評価ガイドブック. pp74-78.
- 農林水産省 (2012) 平成23年度食料自給率をめぐる事  
情. 農林水産省、東京. pp1-3.
- 農林水産省農林水産技術会議事務局 (2002) 新規水田  
転作物ケナフの栽培・収穫・調製技術等の開発.  
研究成果第406集. pp1-63.
- 農林水産省生産局畜産部畜産振興課消費・安全局畜水産  
安全管理課 (2012) 飼料をめぐる情勢. 農林水産省、  
東京. pp1-24.
- OECD-FAO (2007) Agricultural Outlook. 2007-  
2016. OECD Publication, Paris. pp1-88.
- 小川増弘、高橋英伍、阿部林 (1976). 材料成分とサイレー  
ジ品質 I. 貯蔵温度、貯蔵日数および予乾の効果.  
日草誌 22: 39-45.
- 鮫島一彦 (2002). 環境改善植物としてのケナフの栽培  
と利用. 農林水産技術研究ジャーナル 25: 27-32.
- 敷田成太郎、馬場武志、井上信明、棟加登きみ子 (2000).  
ケナフ葉部サイレージの発酵品質と飼料価値. 九州  
農業研究 65: 130.
- 志水勝好、小村繭子、曹衛東、石川尚人 (2003). ケナ  
フの形態・生理に関する研究 第6報 湛水条件  
下で栽培したケナフの生育反応. 熱帯農業 47 (別  
1): 49-50.
- 志水勝好、石川尚人、永西修 (2006). ケナフ再生草の  
飼料成分、タンパク質画分、in vitro 乾物消失率お  
よび物理化学性. 日草誌 55 (別2): 176-177.
- 飛佐学、中野豊、白珍珠、望月俊宏、古澤弘敏、松石貴裕、  
泉清隆、道端奈穂子、梶原良徳、梶原さゆり、名田  
陽一、下條雅敬、増田泰久 (2009). 日印交雑イネ  
数品種の乾物収量とサイレージの発酵品質 日草誌  
55: 233-241.

# Effects of Paddy field Cultivation on Qualities of Kenaf Silages

Katsuyoshi SHIMIZU<sup>1\*</sup>, Chieko ICHIE<sup>2</sup>,  
Michiko SHIBAYAMA<sup>3</sup> and Osamu ENISHI<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Faculty of Life and Environmental Sciences, University of Tsukuba,  
Ten-nodai 1-1-1, Tsukuba, Ibaraki, 305-8572, Japan.

<sup>2</sup> College of Agrobiological Resource Sciences, University of Tsukuba,  
Ten-nodai 1-1-1, Tsukuba, Ibaraki, 305-8572, Japan.

<sup>3</sup> Graduate School of Life and Environmental Sciences University of Tsukuba,  
Ten-nodai 1-1-1, Tsukuba, Ibaraki, 305-8572, Japan.

<sup>4</sup> National Institute of Livestock and Grassland Science,  
Ikenodai 2, Tsukuba, Ibaraki, 305-0901, Japan.

## Abstract

A kind of fiber crops, kenaf (*Hibiscus cannabinus* L.) has been cultivated in tropical and subtropical area in the world. Kenaf are paid an attention to about the use as a forage crop recently. In this research, we tried to clear the feature of fermentation of silage of kenaf plants, which were cultivated at a upland field and a paddy field. Kenaf (var. Everglades 41) was cultivated in Agricultural and Forestry Research Center, University of Tsukuba in 2009. As a first cutting, plants are harvested at 20 cm high from the soil surface when plant heights were about 120 cm, and then all of regrowth plants were harvested after 3 months later. All plants were cut to small pieces which were less than 2 cm long and then they were put into plastic bags. Bags were degased and stored at 20°C for fermentation. As a result, kenaf silages were kept in good condition for the storage because of the low pH in bags although lactic acid content of silages was low. This result shows low pH situation of silage was the result of low pH of kenaf plants, and this feature affected the lactic fermentation of kenaf silages.

**Key words:** Cuttings, Kenaf, Paddy field, Silage.

---

\*Corresponding Author: Katsuyoshi SHIMIZU Faculty of Life and Environmental Sciences, University of Tsukuba  
Ten-nodai 1-1-1, Tsukuba, Ibaraki, 305-8572, Japan  
E-mail: shimizu.katsuyosh.gm@u.tsukuba.ac.jp



## パッションフルーツの不織布ポットを用いた養液栽培

大宮秀昭<sup>1\*</sup>・瀬古澤由彦<sup>1,2</sup>・酒井一雄<sup>1</sup>・比企 弘<sup>1</sup>

<sup>1</sup> 筑波大学農林技術センター

305-8577 茨城県つくば市天王台1-1-1

<sup>2</sup> 筑波大学生命環境系

305-8572 茨城県つくば市天王台1-1-1

### 要 旨

気候的に不適な冬季に冷涼になる地域における加温ハウス下での養液土耕栽培によるパッションフルーツの生産について評価した。その結果、新梢の生長は良好であり、果実の収穫は8月下旬～9月下旬、1月上旬～2月下旬の年2回可能であった。既に栽培実績のある鹿児島県垂水市のハウス栽培と比較すると、いずれの収穫時期も1ヶ月以上遅く、しかも夏実の果実径が一回り程度小さくなったが、冬実に差はみられず、茨城県南部における加温ハウス下での養液土耕栽培は可能と考えられた。定植するポットと栽植間隔について果実の品質や収量性から実用性を検討したところ、栽植間隔については、間隔が狭いほど収量性が高く、加えて果実品質に、差がないことから、25cm間隔が良好と考えられた。また、定植ポットでは、不織布ポットがポリエチレンポットに比べ、新梢長等の樹体の生長や果実品質に及ぼす影響が、特に全面遮根型の不織布ポットで成績良好であった。

キーワード：不織布ポット、パッションフルーツ、養液土耕栽培

### 緒 言

パッションフルーツ (*Passiflora edulis* Sims) は、トケイソウ科 (Passifloraceae) トケイソウ属 (*Passiflora*) の多年生つる性植物である (神田 2009)。トケイソウ科は12属、約600種が知られているが、食用にされるのは10種程度である。主な食用栽培種としてムラサキクダモノトケイ (*Pedulis* Sims)、キイロクダモノトケイ (*Pedulis* Sims, *Var. flavicarpa* Degener)、前二者の交雑種、オオミノトケイソウ (*P. quadrangularis* Linn)、タマゴトケイソウ (*P. laurifolia* Linn)、バナナパッションフルーツ (*P. rantiquiensis*, *P. ligularis*, *P. mollissima*) などがある (米本 2009)。

パッションフルーツは、南米ブラジルのアマゾン川流域が原産であるが、現在では世界各地

の熱帯から亜熱帯地方に広く分布している (河崎 1985)。しかし、世界的にあまり多くの生産量はなく、主な生産国は、ブラジル、ペルーなど南米諸国である (米本 2009)。わが国では、沖縄、鹿児島、東京 (小笠原) などで施設や露地で栽培が行われており (神田 2009)、特に沖縄では、トマト栽培との組合せで栽培している農家が多い。わが国には明治中期に導入され、鹿児島県へは1923年に導入された。1966年に鹿児島、宮崎、愛媛県で栽培面積70ha、526tの生産量があったが、翌年には72tに激減し、その後は鹿児島県のみでわずかに生産が続いた。1978年から東京 (小笠原) での生産が加わり、1984年から沖縄の生産が加わったことから、1987年頃から徐々に生産量が増加してきた。2010年のわが国の栽培面積は67ha、生

\*連絡者：大宮秀昭 筑波大学農林技術センター  
305-8577 茨城県つくば市天王台1-1-1  
E-mail : omiya.hideaki.gf@un.tsukuba.ac.jp

産量は546tである。最大の生産県は鹿児島県で382t、次いで沖縄県の132t、東京（小笠原）の26tである（米本 2009、農林水産 2012）。

栄養成分は、ビタミンA、Cが豊富で、アスコルビン酸、ナイアシンなど多く含まれることから（米本 2009）、機能性食品として注目されている果物であり、健康志向にも良いと考えられる。食べ方として、果実を切り、果汁を種子ごとスプーンですくって食べたり、ジュースや加工品としての利用が多い。また、女性に人気のある新規作物として注目されており、消費の拡大が十分見込まれる。

パッションフルーツの生産に養液栽培システムを利用することで、灌水と液肥を同時施用し、施肥効率を向上させ、環境負荷を低減することが出来ると考えられる。また、培養液の灌液量を、容易に調整可能であり、生育を安定させながら、低コストで収穫作業の軽減などの省力化、収穫量増と品質向上の可能性を図ること

ができると考えられる。

本研究では、消費拡大や市場価値の付与などから北関東に属する気候的にパッションフルーツ生産には栽培不適地であり、温室下での栽培が必要となる茨城県つくば市において、果実生産を効率的に行うとともに、果実収量や品質向上を目的として、加温ハウス下での養液栽培システムを利用したパッションフルーツ栽培試験を実施した。

### 材料および方法

筑波大学農林技術センター内の冬季加温可能な温室内でパッションフルーツ栽培試験を行なった。温室内気温が15℃以下になると暖房機器が作動するように設定した。養液栽培システムは、雨樋と養液栽培装置（（株）サンホープ）を利用したシステムを用いた（図1）。施肥は水溶性園芸肥料『養液土耕2号』（（株）大塚化



養液栽培装置



雨樋に被覆資材を覆った状態



定植ポットに点滴チューブを挿した状態

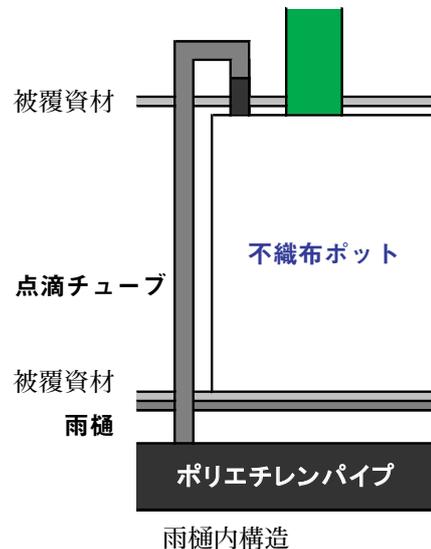


図1 雨樋と養液栽培装置を利用したシステム

学)を12000倍、培養液EC値(電気伝導度)を1 dS/mに希釈した培養液をチューブ点滴で3分/1回を4回/1日施肥した。パッションフルーツの仕立て方法は、棚仕立て(T字1本仕立て)とした(図2)。収穫は8月下旬~9月下旬(夏実)、1月上旬~2月下旬の年2回行った。

実験1：定植ポットの素材並びに栽植間隔の違いが及ぼす影響

2009年に黒色のポリエチレンポット(口径10cm、栽植間隔50cm)並びに不織布ポット(J-master(口径15cm)、全面遮根型(R型)、GUNZE)の栽植間隔(25cm、50cm、100cm)の違いによる栽培試験を実施し、果実収穫後の1月18日に地上部(茎葉部)、地下部(根系部)の2つに分け、生体重と乾物重を調査した。

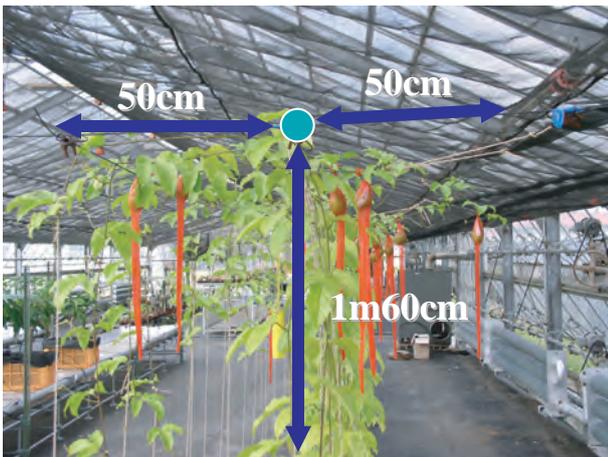


図2 棚仕立て(T字1本仕立て)

実験2：不織布ポットの遮根面並びに定植年数の違いが及ぼす影響

2010年に3種類の不織布ポット(J-master(口径15cm)、全面遮根型(R型)、側面遮根型(T型)、底面遮根型(K型)、GUNZE)を用いて(図3)、遮根する面が及ぼす影響を調査した。加えて、定植1年目および2年目の全面遮根型(R型)の不織布ポットを用いて、定植年数の違いによる栽培試験を、栽植間隔25cmで実施した。試験中、新梢生長とSPAD値を計測した。また、果実収穫後の1月12日に植物体の解体を行い、地上部の葉・茎、地下部の細根(ポット内、直径1mm未満の根)・中太根(ポット内、直径1mm以上の根)・貫通根(ポット外に出た根)に分け、それぞれ生体重を測定した。また、1枚当りの葉面積を画像解析によって測定した。

果実に関しては、何れの実験も果実径、重量を測定し、果実糖度を調査した。

## 結果

実験1：定植ポットの素材並びに栽植間隔の違いが及ぼす影響(2009年)

冬実の収穫後に行った生長量調査では、ポリエチレンポットと不織布ポット(全面遮根型(R型))のいずれも、栽植間隔50cm区では、新梢長はポリエチレンポット区で84cm、不織布ポット区では154cmであった。地上部は、ポリエチレンポット区では生体重51.1g、乾物重16.0g、

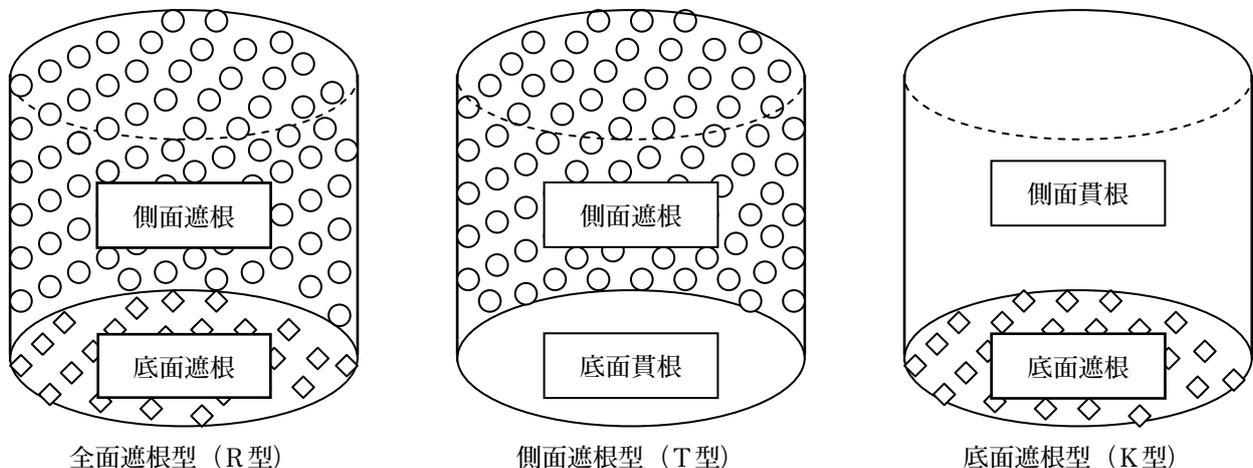


図3 試験に使用した定植ポット(2010年)  
不織布ポット：J-master(GUNZE)、口径15cm

不織布ポット区が生体重80.0g、乾物重25.5gであった。地下部は、t-検定の結果、有意ではなかったものの、ポリエチレンポット区では生体重18.8g、乾物重3.0g、不織布ポット区が生体重34.0g、乾物重5.2gと、ポリエチレンポット区はいずれの項目でも不織布ポット区よりも明らかに劣る傾向が示された。そして、不織布ポットを用いて栽植間隔を変えたところ、新梢生長は不織布ポット25cm区が175cmと最も生長した。地上部は、不織布ポット25cm区（生体重94.8g、乾物重31.0g）と不織布ポット100cm区（生体重93.2g、乾物重30.3g）で生長が良く、両者には差はみられなかった。地下部は、不織布ポット100cm区が生体重52.2g、乾物重7.0gと最も生長していた（表1、図4）。

果実では、受粉から収穫までの生育期間が冬実は122日、夏実が73日であり、冬実が夏実の約1.7倍の生育期間が必要であった。果実重量は冬実が51.5g、夏実が38.1gと冬実が夏実の約1.4倍の重量であった。しかし、夏実の果実糖度は15.0度、冬実では15.1度と差はなかった（表2）。夏実では、受粉から収穫までの期間は、ポリエチレンポット区が、不織布ポットと比較して64日と短期間で生育した。しかし、果実重量では、ポリエチレンポット区は29.2g、不織布ポット区が32.8gと、ポリエチレンポット区が若干劣る結果となった。果実径、糖度では差は見られなかった。栽植間隔の違いで比較してみると、生育日数に差はみられなかったが、不織布ポット25cm区が重量43.7g、果実糖度が

表1 定植ポットの素材並びに栽植間隔がパッションフルーツの生長量に及ぼす影響

素材	栽植間隔 (cm)	新梢長 (cm)	地上部 <sup>1</sup>		地下部 <sup>2</sup>	
			生体重(g)	乾物重(g)	生体重(g)	乾物重(g)
不織布ポット	25	175±2.8 a	94.8±6.7 a	31.0±0.6 a	27.5±3.6 a	4.3±0.2 a
不織布ポット	50	154±7.8 ab	80.0±6.8 ab	25.5±2.3 ab	34.0±4.8 a	5.2±0.7 ab
不織布ポット	100	145±10.5 ab	93.2±5.1 a	30.3±1.3 a	52.2±0.9 b	7.0±0.6 b
ポリエチレン	50	84±24.1 b	51.1±7.9 b	16.0±2.9 b	18.8±1.6 a	3.0±0.2 a

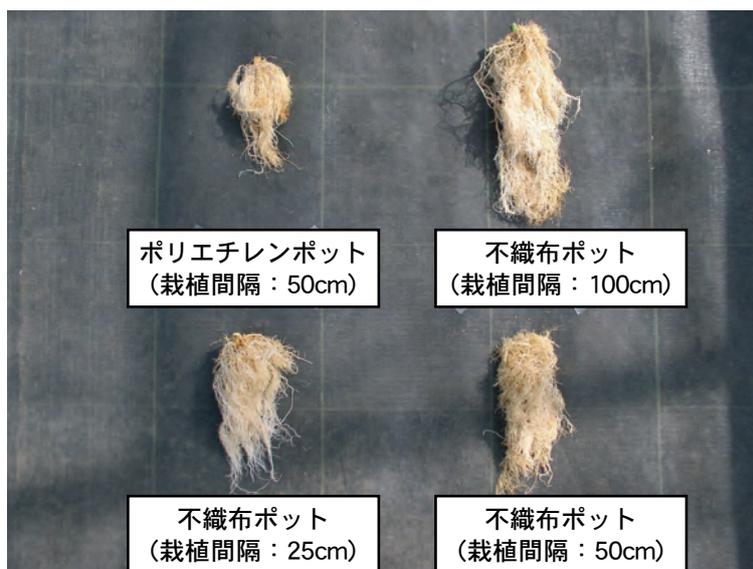
\*平均値±標準誤差、n=3

\*同一英小文字はt検定により5%水準で有意差がないことを示す。

\*2010年1月上旬に植物体を解体調査した。

<sup>1</sup>地上部重は茎と葉を一緒に計測した。

<sup>2</sup>地下部重は根系を全て一緒に計測した。



地下部の生育状況

図4 定植ポットの素材並びに栽植間隔がパッションフルーツの地下部生長に及ぼす影響

表2 パッションフルーツ果実の収穫時期別品質比較

収穫時期	受粉後日数 (日)	重量 (g/個)	果実径 (mm)		糖度 (Brix)
			縦径	横径	
夏実	73±3.0	38.1±3.3	56.6±1.2	49.7±0.9	15.0±0.2
冬実	122±3.0	51.5±2.4	57.0±0.7	48.7±0.7	15.1±0.1

\* 平均値±標準誤差、夏実：n=13個、冬実：n=25個

表3 定植ポットの素材並びに栽植間隔がパッションフルーツの果実に及ぼす影響

素材	栽植間隔 (cm)	個体数 (個)	受粉後日数 (日)	重量 (g/個)	果実径 (mm)		糖度 (Brix)
					縦径	横径	
夏実							
不織布ポット	25	5	69±4.9	43.7±3.9	55.8±2.6	51.4±0.8	15.5±0.1
不織布ポット	50	4	74±5.6	32.8±7.6	56.6±1.7	47.9±2.5	14.3±0.3
不織布ポット	100	3	80±6.3	38.7±8.0	56.4±2.2	49.6±1.5	15.1±0.2
ポリエチレン	50	1	64	29.2	60.6	49.4	14.8
冬実							
不織布ポット	25	13	119±4.8	51.2±2.7	57.6±0.7	48.5±0.8	15.1±0.1
不織布ポット	50	8	127±4.9	54.4±5.2	57.6±1.3	49.8±1.4	15.1±0.2
不織布ポット	100	1	122	64.1	60.2	51.3	15.6
ポリエチレン	50	3	122±2.8	41.3±7.7	51.9±2.7	45.6±3.2	15.3±0.3

\* 平均値±標準誤差

15.5度と、ともに最も高い値であった。冬実では、ポット素材の違いでは、ポリエチレンポット区が重量、果実径で劣る結果となったが、生育日数、糖度は、不織布ポット区と差はみられなかった。栽植間隔の違いで比較すると、夏実同様、生育日数に変わりはありませんが、重量は不織布ポット100cm区が64.1gと最も良かった。しかし、いずれの区とも果実糖度には差はみられなかった(表3)。

収量性は、素材の違いで比べてみると、ポリエチレンポット区は夏実が39g/m<sup>2</sup>、冬実は169g/m<sup>2</sup>であり、不織布ポットは夏実が178g/m<sup>2</sup>、冬実は592g/m<sup>2</sup>となり、ポリエチレンポット区は明らかに劣る結果となった。栽植間隔で比べてみると、不織布ポット25cm区が夏実は297g/m<sup>2</sup>、冬実が905g/m<sup>2</sup>と共に高かった(図5)。したがって2010年の試験では、栽植間隔を25cmにして栽培を行った。

実験2：不織布ポットの遮根面並びに定植年数の違いが及ぼす影響(2010年)

新梢長は、いずれの型も定植後12日では、

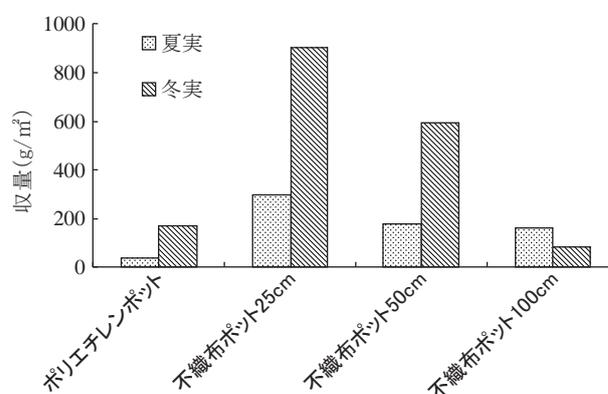


図5 定植ポットの素材並びに栽植間隔がパッションフルーツの収量性に及ぼす影響  
\*1ライン12m×5ラインで算出し、m<sup>2</sup>当りに換算した。

全面遮根型が51cm、側面遮根型は51cm、底面遮根型では57cmと変わりはなく、定植後26日から111日までは底面遮根型が良く生長しており、定植後111日においては、底面遮根型が155cm、側面遮根型は140cm、全面遮根型が126cmであった。しかし、定植後155日においては全面遮根型が431cm、底面遮根型は421cm、側面遮根型は395cmとなり、定植後

155日以降は244日まで全面遮根型が最も良く生長した。また、定植後244日においては全面遮根型が629cm、側面遮根型が600cm、底面遮根型では565cmとなった。しかし、定植後2年目では、定植後111日以降、1年目と同様な生長曲線の推移を示したものの、新梢長は、1年

目よりも悪い結果となった(図6)。

SPAD値は、5月下旬～9月下旬にかけて低下し、9月下旬以降は上昇する推移を示した。遮根する面の違いでは、いずれの型も同様な推移を示し変わりはなかった。しかし、定植後2年目では1年目よりも低く推移した(図7)。

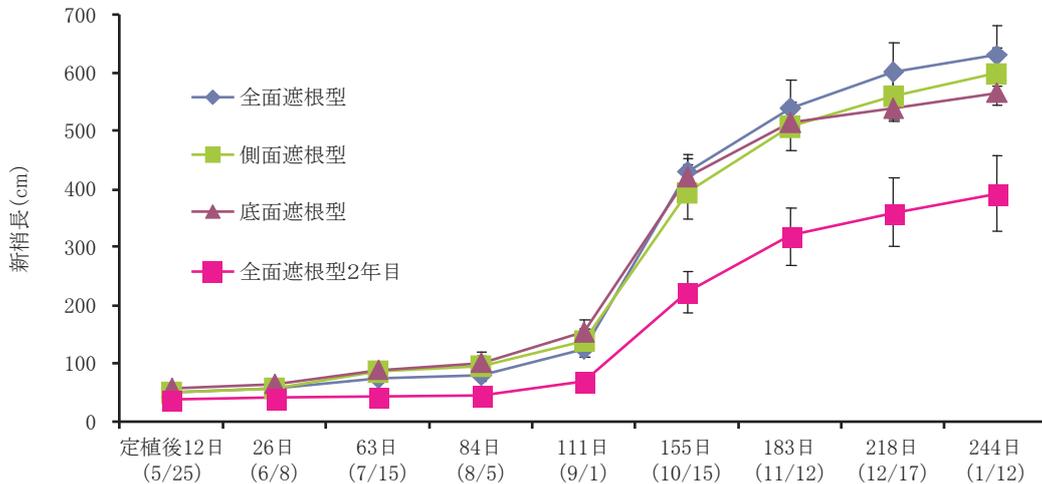


図6 植栽ポットの遮根面並びに定植年数がパッションフルーツの新梢長に及ぼす影響  
\*縦線は標準誤差を表す (n=11)。

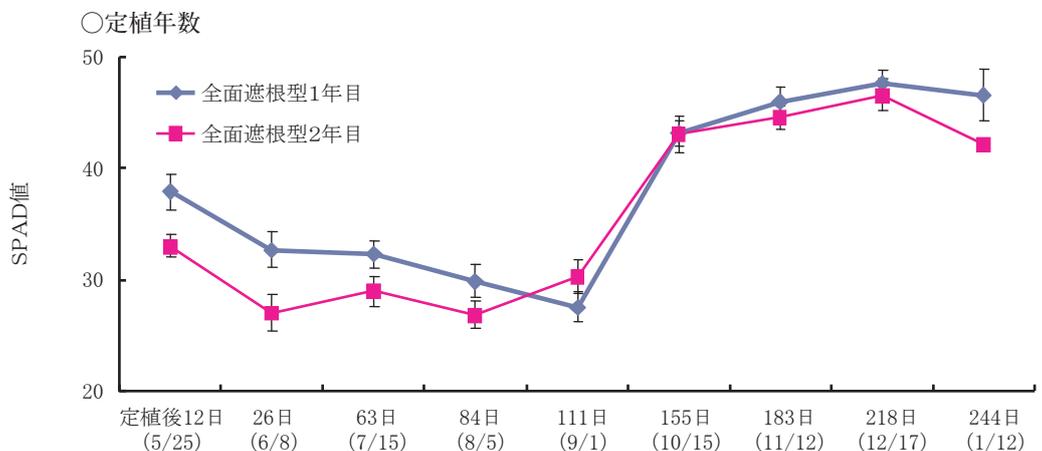
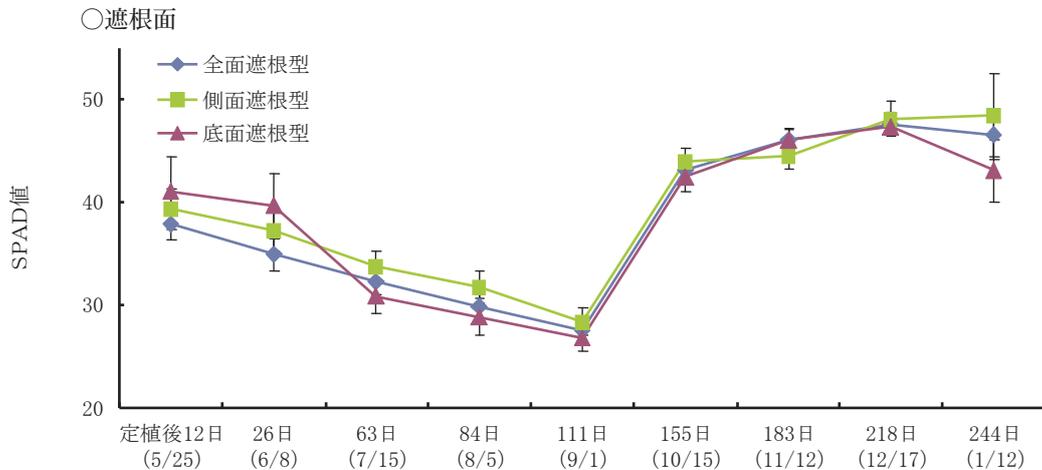


図7 植栽ポットの遮根面並びに定植年数がパッションフルーツ葉のSPAD値に及ぼす影響  
\*縦線は標準誤差を表す (n=11)。

冬実収穫後行った生長量調査においては、地下部では、貫通根が底面遮根型で4.2g、ポット内部の細根は側面遮根型が35.3g、中太根は側面遮根型が23.0gと良く生長していたが、いずれの型の間にも差が見られなかった。地上部では全面遮根型、側面遮根型の間に差がなく、底面遮根型の生長は葉が96.6g、茎が100.5gと全面遮根型、側面遮根型よりも悪かったものの、いずれの型の間にも差は見られなかった。また、地下部の生長が地上部と同様に、定植2年目で悪いと見られたが、t-検定の結果においては、地上部及び地下部ともに差は見られなかった。(表4)。

平均葉面積は、全面遮根型が最も大きくなった。しかし、同じ全面遮根型でも定植2年目の葉面積は、1年目よりも小さくなった(図8)。

果実では、受粉から収穫までの生育期間が冬実が127日、夏実が71日であり、冬実が夏実の約1.8倍の生育期間が必要であった。果実重量は冬実が60.6g、夏実が58.6gと、冬実が若干重く、果実糖度は冬実が16.9度、夏実では15.5度であった(表5)。

果実を遮根面が異なる不織布ポットごとで比較したところ、夏実では縦径で底面遮根型が最も良かったが、他の項目には差がみられなかつ

た。冬実では全面遮根型、側面遮根型のすべての項目で差がなかった。しかし、底面遮根型では生育日数は86日と短期間であったものの、重量、果実径は小さく、糖度も15.3度と他の区よりも低くなった。定植年数で比べると、夏実および冬実ともに定植2年目で生育日数が長くなった。夏実ではいずれの項目でも、冬実では果実重量および糖度で定植1年目の方が良い結果を得られた(表6)。

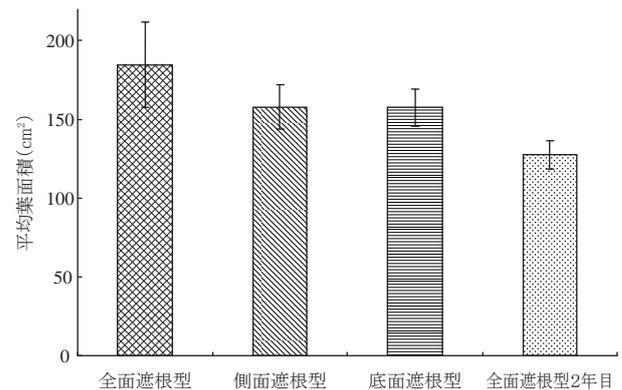


図8 植栽ポットの遮根面並びに定植年数がパッションフルーツの葉面積に及ぼす影響  
\*縦線は標準誤差を表す (n=15)。

表4 植栽ポットの遮根面並びに定植年数がパッションフルーツの生長量(生体重)に及ぼす影響

	地下部(g) <sup>1</sup>			地上部(g)	
	貫通根	細根	中太根	葉	茎
全面遮根型	0.4±0.1 a	26.9±4.7 a	9.8±1.3 a	141.5±21.4 a	124.2±17.5 a
側面遮根型	0.3±0.2 a	35.3±8.1 a	23.0±8.2 a	111.4±20.4 a	210.4±61.9 a
底面遮根型	4.2±0.6 a	20.8±4.0 a	6.1±2.6 a	96.6±1.7 a	100.5±2.7 a
全面遮根2年目	5.2±5.1 a	12.8±5.5 a	3.9±1.3 a	104.8±9.4 a	115.3±7.4 a

\* 平均値±標準誤差、n=3

\* 同一英小文字はt検定により5%水準で有意差がないことを示す。

<sup>1</sup> 細根：ポット内にある直径1mm未満の根、中太根：ポット内にある直径1mm以上の根、貫通根：ポット外に出た根

表5 パッションフルーツ果実の収穫時期別品質比較

収穫時期	受粉後日数 (日)	重量 (g/個)	果実径(m)		糖度 (Brix)
			縦径	横径	
夏実	71±1.1	58.6±1.0	62.4±0.4	52.9±0.3	15.5±0.1
冬実	127±1.4	60.6±2.0	58.0±0.6	51.7±0.6	16.9±0.1

\* 平均値±標準誤差、夏実：n=40個、冬実：n=11個

表6 植栽ポットの遮根面並びに定植年数がパッションフルーツの果実に及ぼす影響

	個体数 (個)	受粉後日数 (日)	重量 (g/個)	果実径(mm)		糖度 (Brix)
				縦径	横径	
夏実						
全面遮根型	10	66.6±2.5	44.8±2.9	57.2±0.4	51.3±0.8	15.2±0.5
側面遮根型	7	68.3±2.3	44.1±4.8	57.5±1.1	49.7±1.1	15.6±0.3
底面遮根型	9	66.6±0.9	46.0±2.6	59.1±0.9	51.3±0.6	14.7±0.6
全面遮根2年目	14	75.1±2.2	37.7±3.8	54.9±1.0	46.4±1.0	14.7±0.3
冬実						
全面遮根型	3	92.3±3.0	98.5±9.9	67.8±3.1	59.3±2.4	16.9±0.5
側面遮根型	2	97.0±3.0	96.4±4.6	63.2±1.8	60.4±0.4	16.1±1.1
底面遮根型	1	86	80	54.4	54.4	15.3
全面遮根2年目	5	98.4±2.0	65.4±13.4	58.4±1.0	58.4±2.3	16.2±0.2

\*平均値±標準誤差

## 考 察

養液栽培システムを利用したパッションフルーツの生育は、試験開始初期から良好な経過を示した。ちなみに既に栽培実績のある、冬季でも比較的温暖な千葉県館山市における露地栽培の事例では、‘サマークイン’の、収穫期が8月上旬～11月下旬までの年1回で、収穫果実重が125.1g/個であった(神田 2009)が、露地栽培に比べハウス栽培では、同じく‘サマークイン’を栽培したところ、7月下旬～9月上旬(夏実)と1月上旬～4月中旬(冬実)の年2回収穫が可能であり、収穫果実重は夏実が80～92g/個、冬実は81g/個との報告(椎木ら 2008)がある。鹿児島県垂水市において‘サマークイン’を用いたハウス栽培でも、年2回収穫が可能であり、収穫時期は夏実が6月～8月、冬実は12月～3月の生産が一般的であり、果実の大きさは夏実が86～90g/個、冬実が84～94g/個となった(野間ら 2009)。筑波大学農林技術センターにおける結果では、収穫は8月上旬～9月下旬(夏実)、1月上旬～2月下旬(冬実)と年2回、果実の大きさは平均で夏実が45g/個、冬実は87g/個となった。夏実が冬実よりも劣るのは、パッションフルーツは乾燥には比較的強いが、果実肥大期には土壤水分を多く必要とし、乾燥が進むと果実肥大や成熟が遅れる(米本 2009)が、筑波大学農林技術センターにおいては、季節に関わらず年間を通して一定量の培養液を施肥したことから、特に夏季は高温や水分不足などの悪条件が重なり、夏実の果実肥

大などに影響を及ぼしたと考えられる。鹿児島県垂水市のハウス栽培と比較した場合、品種が異なるため、単純には比較できないが、収穫時期は夏実が2ヶ月程度遅く、冬実で1ヶ月程度時期が遅くなったが、大きさは夏実は一回り程度小さいものの、冬実に差はみられなかった。これらのことから、茨城県南部における加温温室下での養液栽培によるパッションフルーツの商業的生産の可能性が示された。

定植ポットの素材並びに栽植間隔の違いは果実品質や収量性に影響を及ぼした。すなわちポリエチレンポットよりも、不織布ポットが良く、栽植間隔は25cmが最も良いと考えられた。しかし、2009年に行った実験1では、ポットの大きさがポリエチレンポットの10cmに対して不織布ポットは15cmと異なるものを使用した。トマトの養液栽培においては、育苗時の培地が大きい場合、定植後の根量増加につながり、小さい場合では、根の発達が抑制され、果実肥大に影響を及ぼすことから、培地の大きさが定植後の根の発達ならびに根量の違いを生じさせると考えられている(松岡ら 2003)。本研究では、ポット内での地下部の生育量の違いが、地上部の生長に影響を及ぼした可能性も考えられる。不織布ポットの異なる面を遮根することで根域制限の強さを変えてみたところ、地下部の生長量は、貫通根が底面遮根型ポットの側面、ポット内細根、中太根は側面遮根型が良く生長していた。その結果、地上部の葉面積が、全面遮根型ポットで最も多く、茎は全面遮根型ポット、側面遮根型ポットともに差がないとい

う結果となった。果実品質（重量、果実径、糖度）は夏実では全面遮根型、側面遮根型に差はなく、冬実では全面遮根型が全てにおいて良い結果となった。しかし、底面遮根型は、夏実で品質に差がみられなかったが、冬実では重量、果実径、糖度で劣る結果となった。このことから底面遮根型の不織布ポットは、側面が貫根型で根域制限が弱く、ポット外への貫通根が良く生長しており、また、側面遮根型の不織布ポットは貫通根は少なかったがポット内細根、中太根が良く生長しており、それに伴い地下部が発達していた。それに対して、より根域制限の度合いが強い全面遮根型の不織布ポットでは、地下部よりも地上部の発達が優先されたと考えられる。キウイフルーツでは、着果数と葉枚数の比率によって収量性が大きく変わり、葉枚数が少ない場合、果実が小さくなり、葉枚数が多い場合、果実品質や糖度などの果実品質に良い結果を与えている（大宮ら 2010）。このことから地上部、特に葉面積の増加は、全面遮根型の不織布ポットの高い生産効率に繋がったと考えられた。一方、新梢長等の樹体の生長量や果実の品質面が、同じポットの定植後2年目で良い結果が得られなかったことから、1年ごとに植え替える方法が有効であると考えられた。2010年の実験2では、定植後2年目の整枝・剪定時期が4月後半と遅れたことが、新梢生長に影響を及ぼし、その結果、新梢や果実等の生育成長で良い結果が得られなかった可能性も考えられた。これについては花芽分化が開始する2月中には整枝・剪定を済ませ、新梢生長の促進を図り、広い葉面積を確保することで、果実収量を確保できるかもしれない。

今回の試験では、培養液の施肥量や濃度を均一に全期間通して施肥を行った結果、夏季のSPAD値が著しく低下する傾向がみられ、施肥量が足りなくなると考えられる。このことから夏季には、施肥量を増す、あるいは培養液濃度を濃くし、冬季には施肥量を減らしたり、培養液濃度を薄くするなど季節ごとに変える必要があると考えられる。また、培養液施肥を止めるなど、生育条件に合わせた必要な施肥を行うなど、今後は施肥設計についても検討する必要がある。そして、いずれの年度も夏実は冬実よりも果実の着果率が低くなったが、原因としては、雨天又は高湿度、40℃以上の高温等があげられ、特に開花時期中～後期が梅雨時期と重なることから着果率が下がったのではと考えられ

る。今後は高温等の対策についても検討する必要がある。

不織布ポットを用いたパッションフルーツの養液栽培においては、新梢の生長は良好であり、果実の収穫は8月下旬～9月下旬、1月上旬～2月下旬の年2回可能であった。このことから茨城県南部における加温ハウス下での養液栽培は可能と考えられた。そして、定植するポットと栽植間隔について果実の品質や収量性から実用性を検討したところ、栽植間隔については、間隔が狭いほど収量性が高く、加えて果実品質に、差がないことから、25cm間隔が良好と考えられた。また、定植ポットでは、不織布ポットがポリエチレンポットに比べ、新梢長等の樹体の生長や果実品質に及ぼす影響が、特に全面遮根型の不織布ポットで成績良好であった。

## 謝 辞

本試験を遂行するに際して、筑波大学生命環境系・弦間 洋教授、菅谷純子准教授、筑波大学農林技術センター技術室技術職員・伊藤 睦氏、松岡瑞樹氏、吉田勝弘氏、筑波大学生物資源学類・中根真理さん（2011年3月卒業）にご協力をいただきました。ここに感謝の意を表します。

## 引用文献

- 神田美知枝 2009. パッションフルーツが露地で栽培できる. 千葉県農林総合研究センター試験研究成果. 河崎佳寿夫 1985. 果樹全書. 特産果樹. 農文協, 東京. pp661-668.
- 松岡瑞樹・福田直也 2003. 養液栽培における高濃度トマト生産の研究—育苗培地と栽植密度が収量・品質に及ぼす影響—. 筑波大学農林技術センター研究報告 16: 25-35.
- 野間 誠・東 明宏・加藤正明・後藤 忍 2009. 発光ダイオードと細霧冷房を利用したパッションフルーツの春実および秋実の生産. 鹿児島県農業開発総合センター研究報告（耕種部門） 3: 47-54
- 農林水産省統計情報部 2012. 平成22年産 特定果樹生産動態等調査.
- 大宮秀昭・瀬古澤由彦・秋元晴香・大島 泉・酒井一雄・比企 弘・弦間 洋 2010. L-プロリン葉面散布がキウイフルーツの果実肥大に及ぼす影響. 筑波大学農林技術センター研究報告 23: 23-35.
- 椎木千晴・赤山喜一郎・米本仁巳 2008. 千葉県南部での生果消費に最適なパッションフルーツの開花時期は5月である. 千葉県農林総合研究センター試験研究成果.
- 米本仁巳 2009. 熱帯果樹の栽培—完熟果をつくる・楽しむ28種—. 農文協, 東京. pp102-112.

# The Growth and Fruit Quality of Passion Fruit Grown under Drip-fertigation System Using Non-woven Fabric Container

Hideaki OMIYA<sup>1\*</sup>, Yoshihiko SEKOZAWA<sup>1,2</sup>,  
Kazuo SAKAI<sup>1</sup> and Hiroshi HIKI<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Agricultural and Forestry Research Center, University of Tsukuba,  
Ten-nodai 1-1-1, Tsukuba, Ibaraki, 305-8577, Japan

<sup>2</sup> Faculty of Life and Environmental Sciences, University of Tsukuba,  
Ten-nodai 1-1-1, Tsukuba, Ibaraki, 305-8572, Japan

## Abstract

The cultivation of passion fruit with drip-fertigation system was carried out to develop the techniques of tropical fruits under heated greenhouse in a cold winter climate. The vigorous elongation of new bearing shoots was found with drip-fertigation. Fruits were harvested twice throughout a year, ranging late August to early September in summer and early January to late February in winter, respectively. Its date was delayed one month, as compared with those of passion fruit grown in Kagoshima Prefecture regardless of growing season. The fruit size harvested in summer was as smaller as 45g in average compared with the produced in Kyushu, Kagoshima, but that was no different in winter. From these results, drip-fertigation system under heated greenhouse is useful for production of passion fruit in a cold climate region. The narrower spacing between plants brought about much efficient fruits production without fruit of inferior quality, supposing that 25cm is the best spacing. Additionally, non-woven fabric container resulted in better shoot elongation and fruits quality, especially entire surface root confinement type, unlike polypropylene container.

**Key words:** Drip-fertigation system, Non-woven fabric container, passion fruit, spacing between plants

---

\*Corresponding Author: Hideaki OMIYA Agricultural and Forestry Research Center, University of Tsukuba  
Ten-nodai 1-1-1, Tsukuba, Ibaraki, 305-8577, Japan  
E-mail: [omiya.hideaki.gf@un.tsukuba.ac.jp](mailto:omiya.hideaki.gf@un.tsukuba.ac.jp)

# 農産物における生産履歴情報の公開が購入動向に及ぼす影響 — タイと日本の比較調査研究 —

横山和人<sup>1\*</sup>・林 久喜<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> 筑波大学農林技術センター  
305-8577 茨城県つくば市天王台1-1-1

<sup>2</sup> 筑波大学生命環境系  
305-8572 茨城県つくば市天王台1-1-1

## 要 旨

農産物の購買者の購入動向に対し、どのような情報をどのような形態で提供すれば消費者ニーズに対応できるか、日本およびタイ王国で、消費者を対象にアンケート調査を実施した。日本では61%が生産履歴の開示を要求し、特に必要とする項目は、農薬や肥料の使用状況、鮮度保存および安全衛生対策であった。また、特別栽培農産物より慣行栽培で農薬の使用状況や安全衛生対策の情報を求める人が多かった。一方、タイ王国では82%が生産履歴の開示を要求し、特にQマーク付農産物の購入経験者にその傾向が強かった。いずれの国でも、農産物生産履歴は、インターネットより、店頭での対面説明を消費者が求めていることが明らかとなった。しかし、対面説明では情報提供の機会、量が限られてしまうため、掲示物を併用した提供方法や購入後も情報入手が可能で詳細な情報を提供できるインターネットを用いた情報提供の促進が必要と考えられた。

キーワード：購買動向、情報公開、SEICA、生産履歴、農産物

## 緒 言

環境へ配慮した農産物生産を図るため、日本では「特別栽培農産物に係る表示ガイドライン」が平成4年10月1日に制定された。平成15年5月の改正では環境保全型農業の一層の推進の観点から化学合成農薬および化学窒素肥料の双方を5割以上節減したもののみを対象とすることにされ、堆肥等による土づくりと共に特別栽培農産物を生産する取り組みが推進されている（農林水産省 2008）。さらに、「持続性の高い農業生産方式の導入の促進に関する法律」が平成11年に制定され（最終改正：平成23年8月30日法律第105号）、この第4条に基づき「持続性の高い農業生産方式の導入に関する計

画」を都道府県知事に提出して、当該導入計画が適当である旨の認定を受けた農業者に対してエコファーマーの認定が与えられるようになった。エコファーマーの認定件数は、平成11年度末は13件であったが、平成14年度末は全国で26232件と1万件を突破し、平成23年度末には216287件と急増している（農林水産省 2012）。農産物の流通経路は、従来、農家から卸売市場を経由し消費者に届く卸売市場流通が主流であるが、近年ではこの他に、地域振興を目的とした産地直売所販売、量販店などと売買契約する予約相対取引、個人消費者向けにインターネットを利用した電子取引のような直売型流通が増えている。また、農産物流通の効率化を目的として、JAや産地直売所などでは生産品目、生

\*連絡者：横山和人 筑波大学農林技術センター  
305-8577 茨城県つくば市天王台1-1-1  
E-mail：yokoyama.kazuto.gf@un.tsukuba.ac.jp

産数量、価格、取引先、売上などの情報をコンピュータシステムで管理し、農産物の流通コストや時間を削減して安価で新鮮な農産物を消費者に届けることができる（於勢 2002）。

環境への負荷を低減する農業生産の促進と消費者ニーズに合わせて、農産物の流通形態が多様化する状況の中で、一方では食への信頼を失墜させる食品偽装（食品会社 偽装の歴史 2011）や無登録農薬使用（農林水産省 2002）などの事件が近年多発し、消費者は、より安全で安心な農産物を求める機運が益々増大している。平成13年に日本国内ではじめてBSE感染牛の発生が確認され、トレーサビリティへの関心および必用性が高まった。独立行政法人農業技術研究機構は農産物に識別子を付与して農産物流通における農産物の個人情報入手システムを開発し、平成14年に特許を取得した（特許第3355366号）。その後、（財）食品流通構造改善促進機構の支援を得て、独立行政法人農業・食品産業技術総合研究機構 食品総合研究所等が生産者、流通業者、消費者間の情報を共有する新たな農産物流通のデータベースシステムを開発し、SEICA（青果ネットカタログ）として平成14年8月23日から運用を開始した（杉山 2009）。SEICAは、誰でも無料で登録・利用することが可能で、また消費者は、品目ごとに交付された8桁の「カタログNo.」をURLに入力するか、携帯電話で2次元コード（QRコード）を読み取ることによって農産物などの生産履歴情報をデジタルデータとして閲覧することが可能なWebサービスである（杉山 2010a、杉山 2010b）。生産者がSEICAを利用して、農産物の生産出荷情報を提供することにより、消費者は安心できる食品を選択することが可能となり、また、流通業者は特徴ある生産物の情報を容易に入手できるようになるため、新規扱い品目の発掘ができると共に、より詳しい商品情報を消費者に提供できる。産地のメリットは（1）産地のイメージアップ、（2）商品の改善や開発の促進効果、（3）販路開拓・拡大のチャンス、（4）生産意欲の向上・法令順守への寄与が挙げられ、また生産者は、農作物栽培へのこだわりや思いを消費者に直接届けることが可能なことから、食への信頼確保に繋がることを期待している（（財）食品流通構造改善促進機構・独立行政法人食品総合研究所 2007）。

筑波大学農林技術センター作物生産技術班では、米、ジャガイモ、サツマイモについて茨城

県の特別栽培農産物認証を取得し、安全で環境負荷の少ない農作物生産を実施している。さらに生産販売するすべての農産物については、栽培区分ごとに生産物情報、生産者情報、出荷情報をSEICAで公表し、購入者が購入物の生産履歴をいつでも、どこでも知ることを可能にした農産物販売を実践している（食品流通構造改善促進機構 2008）。しかし、このような生産履歴の公表が消費者の購買意欲の向上や、購入物品の満足度にどのように影響しているのかについては今まで検証されていない。一方、タイ王国では農業・協同組合省が食品の安全性を確保するために農水産物および食品の安全基準であるQマーク品質保証制度を2003年10月から導入している。QマークはGAP、HACCP、有機農産物などの認証を取得した農産物、畜産製品、水産製品に与えられ、「農場から食卓まで」のすべての段階で、品質と安全性を保証し、同時に海外市場での競争力を高めることを目指している（日本貿易振興機構農林水産部 2010）。またタイ王国では、安全な農産物を所要する機運から、有機農産物の需要が高まってきており、海外輸出も視野に入れた有機農産物生産が広がりだしているが、日本のSEICAのような生産履歴の開示については遅れているのが現状である。そこで本研究では、日本およびタイ王国の農産物購入者へ食品の安全と生産履歴についてアンケート調査を実施して、農産物の購入時における生産履歴情報の公開が購入動向に及ぼす影響を明らかにすることを目的とした。

### 材料および方法

アンケート調査は日本およびタイで実施した。日本での調査は、筑波大学農林技術センターで生産している農産物を、農林技術センター本館および筑波大学附属病院で販売した2011年3月25日～4月27日の期間の計15日にアンケート調査を実施した。調査は、筑波大学農林技術センターの農産物購入者を対象に実施した。設問は、サツマイモ購入時に関する設問を選択式で8問を提示した。アンケートでは、（1）購入時に重視する特徴、（2）特別栽培農産物認証の有無による購入意思、（3）生産履歴の必要性とその情報の入手手段、（4）SEICAの閲覧状況、（5）生産履歴情報の内容、（6）生産履歴付与に対する余剰支払意思について調査した。サツマイモの生産履歴は、SEICAや掲示物な

どで公表した。調査の方法は、アンケート用紙を購入者に配布し、74人から回答を得た。

タイでの調査は、バンコク市にある総合食品市場「Aor Tor Kor Market」内で2010年11月27～28日に実施した。「Aor Tor Kor Market」は、タイ農業・協同組合省において「農家のためのマーケティング機構」の取り組みの中で1977年に市場開場し、全607店舗（果実店184、野菜店19、精肉店10、鮮魚店29、米穀店34他）が営業している。調査は市場を訪れた消費者を対象者として実施した。設問は、農産物購入時に関する設問を選択式で9問を提示した。アンケートでは、(1) 食品安全への関心、(2) QマークおよびGAPの認知度、(3) 生産履歴の必要性とその情報の入手手段、(4) 生産履歴付与に対する余剰支払意思について調査した。アンケート調査の方法は、カセサート大学学生11名が回答者に説明を行い、回答者がアンケート調査用紙に記入した。407人に調査を行い、うち238人から回答を得た。

調査の内容は、日本およびタイ王国における生産履歴情報の公開手法の違いによる消費動向の差を農産物の認証付与の有無で比較検討した。

## 結 果

### 1. 日本における農産物生産履歴情報の公開が購入動向に及ぼす影響

回答者の属性は、男性28名（37%）、女性48名（63%）であった。年代別では20代1名（1%）、30代9名（12%）、40代15名（20%）、50代24名（32%）、60代18名（24%）、70代8名（11%）、80代1名（1%）であった。なお、アンケートの分析は、20代および80代がそれ

ぞれ1名と少なかったのをこれを除外したため、解析に使用した男性回答者数は28名、女性回答者数は46名であった。

#### (1) 購入時に重視する特徴

サツマイモ購入時に重視する特徴は、「甘みがある」28%、「農薬の使用が少ない」20%、「ホクホクしている」18%、「価格が安い」9%、「生産者がわかる」8%などの順に多かった。「甘みがある」、「農薬の使用が少ない」、「ホクホクしている」、「生産者がわかる」の属性を選んだ人は男性より女性に多い傾向で、年代の違いによる差は明確でなかった。「イモの大きさ」や「価格が安い」では女性より男性で多く、また30代で多かった（表1）。

#### (2) 特別栽培農産物認証の有無による購入意思

購入したいと思うサツマイモは、「慣行栽培したサツマイモ」より、「特別栽培の認証を受けたサツマイモ」を選んだ人が多かったが、「どちらでもよい」と回答した人が45%で多かった。「特別栽培の認証を受けたサツマイモ」の購入希望者は女性が多かった。50代以下では、「慣行栽培したサツマイモ」の購入希望者がいなかった（表2）。

#### (3) 生産履歴の必要性とその情報の入手手段

生産履歴を知りたい人は61%で、男女ともに多く、低い年代になるほど生産履歴が必要と回答した人が多い傾向だった。サツマイモの生産履歴を知りたい人の中で、生産履歴情報の入手手段は、「販売員からの説明」36%、「掲示物」33%で多かった。男性は「販売員からの説明」、女性では「掲示物」からが多かった。30・60

表1 日本におけるサツマイモ購入時に重視する特徴

調査対象者	甘みがある	ホクホクしている	栄養がある	イモの形	イモの大きさ	生産者がわかる	農薬の使用が少ない	化学肥料の使用が少ない	価格が安い	計
全 体	28	18	6	5	5	8	20	2	9	100 (222)
性別	男	27	14	6	6	7	12	2	15	100 ( 84)
	女	29	20	6	4	9	25	1	4	100 (138)
年代	30	26	11	0	4	7	11	0	19	100 ( 27)
	40	30	16	2	5	5	25	2	11	100 ( 44)
	50	28	19	5	4	3	11	1	6	100 ( 80)
	60	27	18	14	6	0	8	18	4	100 ( 51)
	70	35	25	5	5	5	5	15	0	5

注) 調査結果は複数、括弧内の数値は回答者数。

表2 日本におけるサツマイモ特別栽培農産物認証の有無による購入意思 (%)

調査対象者	栽培区分			無記入	計	
	慣行栽培	特別栽培	どちらでもよい			
全体	22	31	45	3	100 (74)	
性別	男	18	18	64	0	100 (28)
	女	24	39	33	4	100 (46)
年代	30	0	33	67	0	100 (9)
	40	0	40	60	0	100 (15)
	50	29	25	42	4	100 (24)
	60	28	39	28	6	100 (18)
	70	50	13	38	0	100 (8)

注) 括弧内の数値は回答者数。

表3 日本における生産履歴の必要性と情報の入手手段 (%)

調査対象者	生産履歴が 必要ない	生産履歴が 必要	生産履歴が必要な人の情報入手手段*				無記入	
			販売員からの 説明	掲示物	広告	インター ネット		
全体	39 (29)	61 (45)	36	33	13	17	2	
性別	男	36 (10)	64 (18)	44	20	12	24	0
	女	41 (19)	59 (27)	31	41	13	13	3
年代	30	22 (2)	78 (7)	38	23	8	31	0
	40	20 (3)	80 (12)	24	35	12	24	6
	50	42 (10)	58 (14)	24	52	14	10	0
	60	44 (8)	56 (10)	82	9	0	9	0
	70	75 (6)	25 (2)	0	0	100	0	0

注) \*印は複数回答。括弧内の数値は回答者数。

代は「販売員からの説明」、40・50代では「掲示物」からが多かった。「インターネット」から生産履歴を知りたいと回答した人は17%で、女性より男性が多かった。また、50～70代より30～40代での「インターネット」から生産履歴を入手する希望者が多かった(表3)。

#### (4) SEICAの閲覧状況

筑波大学農林技術センターで生産しているサツマイモをSEICAで生産履歴を公開していることを「知っている」人は45%、「知らない」人は55%で、「知っている」より「知らない」人の方が10ポイント多かった。「知っている」と回答した人は、女性より男性が多く、「知らない」と回答した人は、男性より女性が多かった。サツマイモのSEICA閲覧状況は、年代の違いによる差が明確でなかった。また、サツマイモの生産履歴をSEICAで公開していることを「知っている」と回答した人のうち、実際にSEICAを通じて生産履歴を見たことがある人

は27%で、女性より男性で多く、低い年代になるほどSEICAを閲覧する人が多くなる傾向であった(表4)。

#### (5) 生産履歴情報の内容

サツマイモを購入する時に生産履歴を知りたいと回答した人の生産履歴情報の内容は、「農薬の使用状況」16%、「肥料の使用状況」12%、「安全衛生対策」11%、「商品価格」11%、「鮮度保存対策」8%、「農産物認証の有無」6%などの順に多かった。「農薬の使用状況」および「肥料の使用状況」の情報は男性より女性で選んだ人が多く、「安全衛生対策」や「鮮度保存対策」の情報は性別に関係なく選んだ人が多かった。「農薬の使用状況」、「安全衛生対策」、「商品価格」を選択した人は、特別栽培より慣行栽培したサツマイモを購入希望した人に多く、「肥料の使用状況」や「鮮度保存対策」、「商品写真」を選択した人では、慣行栽培より特別栽培で情報を求める人が多かった。また、

「生産担当者」、「その他資材使用状況」、「栽培区分・方法」、「作業歴」、「形」、「大きさ」、「荷姿」の栽培管理や出荷形態に関する情報では、慣行栽培したサツマイモを購入希望した人にはいなかった（表5）。

(6) 生産履歴付与に対する余剰支払意思

生産履歴が付与してあるサツマイモに対して商品価格以外にも支払っても良いと思う余剰支払額は20円/kgが23%で多く、70円/kgが1%で

少なかった。余剰支払額が0円/kgで生産履歴が付与してある農産物に対して余剰な支払を望まない人は16%、100円以上/kgを支払っても良いと思う人は8%であった。余剰支払額の平均は30円/kgであった。サツマイモの購入希望別で比較した結果、慣行栽培で19円/kg、特別栽培では51円/kgとなり、特別栽培したサツマイモで高く、栽培方法の違いによる余剰支払金額に差があった（表6）。

表4 筑波大学農林技術センターで販売しているサツマイモのSEICA閲覧状況 (%)

調査対象者	SEICAを知らない	SEICAを知っている	SEICAを知っている人の閲覧状況		
			見たことがある	見たことがない	無記入
全体	55 (41)	45 (33)	27	70	3
性別	男	61 (17)	35	59	6
	女	35 (16)	19	81	0
年代	30	44 (4)	50	50	0
	40	53 (8)	38	63	0
	50	38 (9)	22	78	0
	60	44 (8)	13	88	0
	70	50 (4)	25	50	25

注) 括弧内の数値は回答者数。

表5 日本におけるサツマイモ生産履歴の開示に必要とする情報 (%)

生産履歴の内容	全体	性別		年代					栽培区分別購入希望者	
		男	女	30	40	50	60	70	慣行栽培	特別栽培
農産物認証の有無	6	2	9	0	9	9	2	0	8	7
農薬の使用状況	16	14	17	13	16	18	16	0	19	17
肥料の使用状況	12	9	14	5	15	12	13	0	4	13
その他資材使用状況	2	2	2	5	0	3	0	0	0	2
栽培区分・方法	3	4	2	0	3	6	2	0	0	3
作業歴	2	2	2	3	0	3	2	0	0	2
鮮度保存対策	8	9	8	11	9	9	4	0	4	6
安全衛生対策	11	11	11	11	10	11	11	33	19	10
アピールポイント	5	5	5	8	6	5	2	0	4	4
生産担当者	4	3	4	8	3	3	2	0	0	5
販売担当者	1	1	2	0	3	2	0	0	4	1
電話番号	3	2	3	5	1	3	2	0	4	4
メール	2	3	2	3	3	0	4	0	4	3
商品写真	6	8	4	5	6	3	9	0	4	7
商品価格	11	13	9	16	7	12	9	0	19	5
形	2	2	2	0	1	0	9	0	0	3
大きさ	4	4	4	5	4	0	9	0	0	4
荷姿	1	2	1	3	1	0	2	0	0	1
その他	0	1	0	0	0	0	0	33	4	0
無記入	0	1	0	0	0	0	0	33	4	0
合計	100 (218)	100 (92)	100 (126)	100 (38)	100 (67)	100 (65)	100 (45)	100 (3)	100 (26)	100 (94)

注) 括弧内の数値は回答者数。

表6 日本におけるサツマイモの生産履歴付与に対する余剰支払額

購入希望者 回答者数	余剰支払金額/kg (%)									余剰支払金額の平均 (円/kg)	
	0円	10円	20円	30円	50円	70円	100円	100円以上	無記入		
全体	74	16	9	23	5	15	1	8	8	14	30
慣行栽培	16	19	19	13	13	13	0	0	13	13	19
特別栽培	23	0	4	17	9	22	4	17	13	13	51
どちらでもよい	33	27	9	30	0	12	0	6	3	12	—
無記入	2	0	0	50	0	0	0	0	0	50	—

注) 余剰支払金額の平均は100円以上および無記入を除いた値。

2. タイ王国における農産物生産履歴情報の公開が購入動向に及ぼす影響

回答者の属性は、男性92名 (39%)、女性146名 (61%) であった。年代別では10代3名 (1%)、20代38名 (16%)、30代59名 (25%)、40代59名 (25%)、50代54名 (23%)、60代17名 (7%)、70代8名 (3%) であった。なお、アンケートの分析は、10代が3名と少なかったのを除外した。その結果、分析した回答者数は男性91名、女性144名であった。

(1) 食品安全への関心

輸入された果物の輸入先を「調べたことがある」と「調べたことがない」と回答した人は、ほぼ同数の50%で、性別および年代には差がなかった。食品の安全に「興味がある」と回答した人は、94%が多かった (表7)。

(2) QマークおよびGAPの認知度

食品安全性に係る認証のQマーク認証を「知っている」人は34%、GAPを「知っている」

人は38%で、2種の認証制度を「知らない」と回答した人が60%以上で多かった。Qマーク認証を「知っている」人は、20~30代で20%未満、40~70代では約45%であった (表8)。Qマーク付農産物の購入経験が「ある」人は43%で、「ない」人は54%であった。購入経験がある人は、20代で16%であったが、年代が高まるほど多くなる傾向であった。Qマーク付の農産物は、「品質が良い」26%、「価格が高い」21%であった。また、Qマーク付の農産物の品質や価格に対する質問は、「わからない」や記入しなかった人が多く、品質・価格についての質問では無回答が約60%と多かった (表9)。

(3) 生産履歴の必要性とその情報の入手手段

生産履歴が「必要である」と回答した人は82%で、性別および年代で比較した場合でも70%以上であった。生産履歴が「必要である」と答えた人のうち、生産履歴情報の入手手段は、「生産者からの説明」30%、「販売員からの説明」25%の順に多く、「掲示物」、「広告」お

表7 タイ王国における食品への関心

調査対象者	回答者数	果物の輸入先			食品の安全		
		調べたことがある	調べたことがない	無回答	興味がある	興味がない	無回答
全体	235	49	50	0	94	5	1
性別	男	41	58	1	89	9	2
	女	55	45	0	97	3	0
年代	20	38	53	0	92	8	0
	30	59	47	2	93	5	2
	40	59	47	0	95	3	2
	50	54	54	0	94	6	0
	60	17	47	0	94	6	0
	70	8	38	63	0	100	0

表8 タイ王国におけるQマークおよびGAP認証の認知度

(%)

調査対象者	回答者数	Qマーク認証			GAP認証			
		知っている	知らない	無回答	知っている	知らない	無回答	
全体	235	34	65	1	38	63	0	
性別	男	144	31	68	1	34	66	0
	女	91	36	63	1	27	71	1
年代	20	38	13	82	5	24	76	0
	30	59	19	80	2	24	75	2
	40	59	46	54	0	37	63	0
	50	54	48	52	0	44	56	0
	60	17	47	53	0	47	53	0
	70	8	38	63	0	25	75	0

表9 タイ王国におけるQマーク付農産物の購入意識

(%)

調査対象者	回答者数	商品購入経験			品質が高い			価格が高い					
		ある	ない	わからない	はい	いいえ	わからない	無回答	はい	いいえ	わからない	無回答	
全体	235	43	54	3	26	3	13	59	21	6	14	59	
性別	男	144	38	58	3	23	3	14	59	19	2	20	59
	女	91	46	51	3	27	2	13	58	22	9	10	58
年代	20	38	16	79	5	11	5	5	79	11	5	5	79
	30	59	31	63	7	14	2	5	80	8	5	7	80
	40	59	51	47	2	32	2	29	37	36	5	22	37
	50	54	63	37	0	43	0	11	46	24	9	20	46
	60	17	41	59	0	29	6	12	53	18	12	18	53
	70	8	75	25	0	13	13	13	63	38	0	0	63

表10 タイ王国における生産履歴の必要性和情報の入手手段

(%)

調査対象者	回答者数	生産履歴が必要	生産履歴が 必要ない	わからない	無回答	生産履歴が必要な人の情報入手手段*					
						販売員 からの説明	生産者 からの説明	掲示物	広告	インター ネット	無回答
全体	235	82	9	9	0	25	30	14	15	12	3
性別	男	144	75	11	14	0	29	31	13	11	4
	女	91	86	8	5	1	23	29	15	17	2
年代	20	38	71	18	8	3	30	37	7	4	4
	30	59	83	12	5	0	31	19	19	15	2
	40	59	85	3	12	0	21	32	8	23	4
	50	54	85	4	11	0	20	35	16	14	4
	60	17	76	24	0	0	31	31	31	0	0
	70	8	88	0	13	0	29	29	14	29	0
Qマーク付 農産物 購入経験	ある	101	90	4	5	1	25	32	14	16	2
	ない	127	76	13	12	0	24	28	15	15	4

注) \*印は複数回答。

表11 タイ王国におけるQマーク認証のある農産物に対する余剰支払率

調査対象者	回答者数	余剰支払率/単価 (%)									余剰支払率の平均 (%)
		0%	5%	10%	20%	30%	50%	100%	100%以上	わからない	
全体	235	2	47	31	8	1	7	2	1	1	13
Qマーク付ある農産物	101	1	46	36	10	0	5	1	1	1	12
購入経験ない	127	2	49	28	6	2	8	3	1	2	14

よび「インターネット」からの情報入手手段は12～15%と少なかった。「インターネット」から生産履歴を知りたい人は20代で19%、30～60代では10%前後であった。生産履歴が「必要ない」と回答した人は、40～50代で3～4%で少なかった。また、Qマーク付農産物の購入経験別に比較した場合は、購入経験があり生産履歴を必要とする人は90%、購入経験がないが生産履歴を必要とする人は76%であった(表10)。

#### (4) 生産履歴付与に対する余剰支払意思

Qマーク認証のある農産物の商品価格以外に支払っても良いと思う余剰支払率は、5%/単価が47%、10%/単価が31%で多く、30%および100%以上/単価では1%で少なかった。余剰支払率が0%/単価でQマーク認証のある農産物に対して余剰な支払を望まない人は2%であった。余剰支払率の平均は13%/単価であった。Qマーク付農産物の購入経験者別で比較した場合、購入経験がある人で12%、購入経験がない人では14%となり、余剰支払率に大きな差がなかった(表11)。

## 考 察

日本における農産物購入者へのアンケート調査の結果、サツマイモ購入時に重視する特徴は、サツマイモの味わいを表す属性の「甘みがある」や「ホクホクしている」の2項目で約5割を占め、重要な評価項目であることが明らかとなった。次に、生産履歴に関する属性で、サツマイモの栽培方法を示した「農薬の使用が少ない」で2割を占めたが、「化学肥料の使用が少ない」や「生産者がわかる」などを選択した回答者が少なかったことから、これらはサツマイモ購入時にはあまり重視されない項目で、判断基準が低いことがわかった。ただし、筑波大

学農林技術センターで生産した農産物は、同大学内の直売所で販売しているため、生産先(生産者)を確かめる必要がないことから、「生産者がわかる」を選択した回答者が少なかったのか、理由は明らかでない。慣行栽培より特別栽培したサツマイモを購入希望する人が多かったが、「どちらでもよい」と回答した人が約5割で特別栽培農産物の認証の有無には関係なく、消費者に購入されていると考えられた。

農産物の生産履歴情報は61%が要求し、その情報入手手段は、販売員、掲示物、インターネット、広告の順であった。掲示物から生産履歴情報の入手を希望する人は、特に女性で多いことが明らかとなった。インターネットの利用者は少なく、高い年代になるほど少なくなる傾向が示された。SEICAから入手できる生産履歴は、生産物情報、生産者情報、販売情報から構成されている。また、SEICAは慣行栽培や特別栽培など、農産物の栽培区分ごとに登録・公開することができ、生産者がどのような栽培方法で農産物を生産・出荷し、管理しているかを知ることができる。筑波大学農林技術センターで生産している慣行栽培および特別栽培したサツマイモの生産履歴をSEICAで公開していることを「知っている」人は約5割であったが、インターネットから生産履歴情報の入手を求める人が少なかった調査結果と同様に、サツマイモのSEICAを閲覧した人数も少なく、約3割に留まった。筑波大学農林技術センターで販売しているサツマイモには、SEICAの「カタログNo.」とQRコードを添付して販売しており、商品の購入前後に生産履歴を見ることが可能であるが、アンケート調査の対象者は男性より女性で多かったことから、インターネットや携帯電話から生産履歴を閲覧した人が少なかったと考えられた。

農産物の生産履歴情報として重要視する項目は、農薬や肥料の使用状況、鮮度保存および安

全衛生対策で、栽培管理や出荷に係る生産情報に消費者は関心があり、農産物認証や価格に関する情報は選択基準が低いことが推察された。また、特別栽培より慣行栽培のサツマイモ購入希望者は、農薬の使用状況、安全衛生対策および価格の情報を求める人が多かった。特別栽培農産物は、化学合成農薬および化学窒素肥料の使用量を5割以上節減して栽培した農産物と定められているが、慣行栽培では特に適正な農薬の使用と正しい情報提供が必要であると思われた。一方、特別栽培のサツマイモ購入希望者は、農薬や肥料の使用状況、鮮度保存および安全衛生対策以外に、生産者や作業歴、品質に関する情報を詳しく知ること、安全性の向上を重要視していると考えられた。玉置(2012)は、食品選択の第一の基準として、生産方法の情報と生産者の信頼情報で消費者が農産物などの安全性確認の手がかりとしていると推測した。本調査結果においても、消費者は特別栽培農産物の生産情報として、生産者や生産方法についての情報を消費者が重視している結果が得られ、農産物の安全性を確認していると思われた。また、特別栽培のサツマイモ購入に際し、価格にはあまり意識していないことが伺え、知りたいと思う生産履歴情報の内容は、慣行栽培と特別栽培とは異なっていると考えられた。

サツマイモの栽培区分の違いによって消費者が求める生産履歴情報の内容が異なるように、生産履歴付与に対する余剰支払額にも差が生じた。余剰支払額の平均は30円/kgであったが、サツマイモの購入希望者別で比較した場合、慣行栽培は19円/kgであったのに対して、特別栽培では51円/kgとなり、特別栽培のサツマイモの余剰支払額が高かった。このことは、定められた生産方法により栽培した特別栽培農産物の認証を得ている農産物で、生産履歴を公開している農産物は生産履歴の情報価値が高まっていると考えられる。栗原(2005)は、食品が安全性を向上させたという情報を消費者が的確に入手でき、「詳しく知っている」場合には、消費者にメリットが帰属し、一般の食品に比べて高い金額を支払うとしている。消費者は、特別栽培農産物を何処で、誰が、どのようにして生産した農産物であるかを確認することができるため、情報に信頼を寄せて農産物を購入ことができ、生産履歴情報が付与してある特別栽培農産物で余剰支払額が高くなったと考えられた。

タイ王国におけるアンケート調査の結果、果物の輸入先を5割の人が調べ、食品の安全に興味がある人は9割を超えた。また、食品に含まれる農薬に関して日本貿易振興機構が調査した食と健康に対する意識調査結果では、食物に含まれる残留農薬について、「とても気になる」が30.0%、「気になる」が41.5%となっており、食品の安全性に対する意識がタイ王国では高いことが伺える(日本貿易振興機構農林水産部2012)。食品の品質を保証するQマークはタイ国内において最も認知された認証マークとされているが、Qマーク認証を「知っている人」は約3割で少なかったものの、40~60代では約5割の人に知られていた。Qマーク付農産物の購入経験がある人は約4割であり、Qマーク認証の取得に係らず、消費者は農産物を購入しているものと思われた。しかし、Qマーク付農産物の品質や価格については無回答が多かったことから、Qマーク付農産物の評価が消費者は曖昧であることが伺われた。

農産物生産履歴情報は82%が要求し、日本より生産履歴を要求する人が多かった。また、Qマーク付農産物の購入経験者では、購入経験がない人より、生産履歴の開示を要求する人が多い傾向となった。情報の入手手段は、生産者、販売員、広告、掲示物、インターネットの順であった。インターネットからの情報入手希望者は、日本と同様に少なかった。特に30~60代でインターネットを利用して生産履歴を知りたいと思う人が少なかったことから、農産物の生産履歴情報の入手手段として利用されることは、まだ一般的ではないと考えられた。

Qマーク認証のある農産物に対する余剰支払額の平均は13%で、Qマーク購入経験別の余剰支払額でも差が認められなかった。YUTTHANA・門間(2004)は、タイ王国における有機農産物の消費者の購買行動の特性について、消費者は有機栽培あるいは慣行栽培に係わらず、農産物を購入する場合には価格よりも品質・鮮度を重視していることを示した。この報告から同様に、Qマーク認証のある農産物に係らず、まず品質や鮮度で選び、次に価格の低い農産物を消費者が購入していると思われる。従って、Qマーク認証を受けている農産物に対して、購入経験別に比較した余剰支払額には差がなく、安価な余剰支払額になったと思われた。

以上、二ヶ国の調査結果から、農産物生産履

歴はインターネットより、店内での対面説明を消費者が求めていることが明らかとなった。しかし、対面説明では情報提供の機会、量が限られてしまうため、掲示を併用した提供方法や、購入後も情報入手が可能でより詳細な情報を提供できるインターネットを用いた情報提供の促進が必要と考えられた。タイ王国では、食品の品質と安全性を保証する国家認証のQマークが知られているが、生産者からの生産履歴の公表を求める消費者が多いことから、農産物の生産履歴を開示して販売することで、さらに消費者の安心が高まり、適正に生産された農産物の販売が促進される可能性があると考えられた。

## 謝 辞

本研究は(独)日本学術振興会、平成22年度奨励研究「農産物における生産者情報の開示による購買動向に関する研究」で実施した。研究の実施に当たり、筑波大学生命環境系首藤久人准教授および氏家清和助教にご指導いただいた。また、タイでの調査実施については、筑波大学生命環境科学研究科Mananya Panyadhira氏、タイ王国農業・協同組合省Pongthai Thaiyotin氏およびカセサート大学学生の協力をいただいた。記して謝意を表する。

## 引用文献

於勢奏子 2002. 農産物流通におけるIT活用の可能性. 開発金融研究所報 13: 98-118.  
 持続性の高い農業生産方式の導入の促進に関する法律  
 2011. <http://law.e-gov.go.jp/htmldata/H11/H11HO110.html> (2013年1月1日参照)  
 栗原伸一 2005. シンポジウム報告 食品に対する消費者

意識と安全性評価. フードシステム研究 12: 5-21  
 日本貿易振興機構農林水産部2010. 平成21年度タイにおける食品安全性確保への取り組み.  
[http://www.jetro.go.jp/jfile/report/07000271/thailand\\_shokuhinanzen.pdf](http://www.jetro.go.jp/jfile/report/07000271/thailand_shokuhinanzen.pdf) (2013年1月1日参照)  
 日本貿易振興機構農林水産部2012. 平成23年度タイにおける食のマーケット調査.  
<http://www.jetro.go.jp/jfile/report/07000947/report.pdf> (2013年1月7日参照)  
 農林水産省 2002. 無登録農薬問題の経緯について.  
[http://www.maff.go.jp/j/nouyaku/n\\_sizai/mutoroku\\_keii.html](http://www.maff.go.jp/j/nouyaku/n_sizai/mutoroku_keii.html) (2013年1月1日参照)  
 農林水産省 2008. 「特別栽培農産物に係る表示ガイドライン」改正の概要.  
[http://www.maff.go.jp/j/jas/jas\\_kikaku/pdf/tokusai\\_05.pdf](http://www.maff.go.jp/j/jas/jas_kikaku/pdf/tokusai_05.pdf) (2013年1月1日参照)  
 農林水産省 2012. 持続性の高い農業生産方式導入計画の認定状況(エコファーマーの認定状況) [http://www.maff.go.jp/j/seisan/kankyo/hozen\\_type/h\\_eco/pdf/ef2403.pdf](http://www.maff.go.jp/j/seisan/kankyo/hozen_type/h_eco/pdf/ef2403.pdf) (2013年1月1日参照)  
 食品会社 偽装の歴史 2011. [http://www.maff.go.jp/j/seisan/kankyo/hozen\\_type/h\\_eco/pdf/ef2403.pdf](http://www.maff.go.jp/j/seisan/kankyo/hozen_type/h_eco/pdf/ef2403.pdf) (2013年1月1日参照)  
 (財)食品流通構造改善促進機構・独立行政法人食品総合研究所 2007. 青果ネットカタログのご案内. [http://seica.info/download/SEICA\\_eBook200704.pdf](http://seica.info/download/SEICA_eBook200704.pdf) (2013年1月1日参照)  
 (財)食品流通構造改善促進機構 2008. 大学の農産物直売でSEICAを活用. OFSI147: 5-7.  
 杉山純一 2009. ビジネスモデル特許と青果ネットカタログ“SEICA”. 農林水産技術研究ジャーナル 32: 20-24.  
 杉山純一 2010a. 食と農を結ぶSEICA(1). 食品と容器 51: 308-313.  
 杉山純一 2010b. 食と農を結ぶSEICA(2). 食品と容器 51: 374-381.  
 玉置悦子 2012. 食品安全性をめぐる消費者意識の実証研究. 総合政策論叢 22: 57-83.  
 特別栽培農産物に係る表示ガイドライン 2007. <http://www.pref.wakayama.lg.jp/prefg/070300/071400/tokusai/pdf/gaido.pdf> (2013年1月1日参照)  
 Valeekleattekul YUTTHANA・門間敏幸 2004. タイにおける有機農産物に対する消費者ニーズと購買行動の解明. 農業経営研究 42: 171-174

# Effect of Disclosure of Production History Information in Agricultural Products on Buying Motivation

Kazuto YOKOYAMA<sup>1\*</sup> and Hisayoshi HAYASHI<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> Agricultural and Forestry Research Center, University of Tsukuba,  
Ten-nodai 1-1-1, Tsukuba, Ibaraki, 305-8577, Japan

<sup>2</sup> Faculty of Life and Environmental Sciences, University of Tsukuba,  
Ten-nodai 1-1-1, Tsukuba, Ibaraki, 305-8572, Japan

## Abstract

Inquiry survey on how and what kind of information to provide concerning the buying motivation of agricultural products by consumers was conducted in Japan and in Thailand. Sixty-one percent of consumers requested to know the information of production history, especially the usage of agricultural chemicals and chemical fertilizer, fresh keeping and safe and health control in Japan. This specific information was requested more on special products in agriculture than conventional production. On the other hand, eighty-two percent of consumers requested to get the information on production history of agricultural products especially by those consumers who purchased the agricultural products which are supported by Q mark in Thailand. The consumers want to get the information not by the Internet but by face-to-face service. However the information service by face-to-face had disadvantages on the number of times and the amount of information, which is small. So the information service by the Internet will be needed to accelerate the disclosure of production history because it can provide detailed information very easily.

**Key words:** Agricultural Product, Buying Motivation, Disclosure of Information, Production History, SEICA

---

\*Corresponding Author: Kazuto YOKOYAMA Agricultural and Forestry Research Center, University of Tsukuba  
Ten-nodai 1-1-1, Tsukuba, Ibaraki, 305-8572, Japan  
E-mail: yokoyama.kazuto.gf@un.tsukuba.ac.jp



## カラマツ壮齡人工林の樹木成長におよぼす施業履歴の効果

那須研太<sup>1</sup>・清野達之<sup>2,4\*</sup>・村松義昭<sup>3</sup>・菅原 優<sup>3</sup>・上條隆志<sup>4</sup>

<sup>1</sup> 筑波大学生物資源学類

305-8572 茨城県つくば市天王台1-1-1

<sup>2</sup> 筑波大学農林技術センター筑波実験林

305-8577 茨城県つくば市天王台1-1-1

<sup>3</sup> 筑波大学生命環境科学研究科

305-8572 茨城県つくば市天王台1-1-1

<sup>4</sup> 筑波大学生命環境系

305-8572 茨城県つくば市天王台1-1-1

### 要 旨

間伐等の森林施業が樹木の直径成長や樹高成長に与える影響を定量的に把握することを目的として、施業履歴の異なるカラマツ人工林において調査を行なった。調査区の管理強度は、間伐の有無や回数、時期により強度・中度・弱度に区別した。胸高直径は間伐が行なわれた強度や中度の調査区ではおよそ22.2cmから25.9cmであり、間伐が行なわれていない弱度の調査区ではおよそ18.1cmから19.2cmであった。このことから、弱度の調査区は胸高直径が強度や中度の調査区に比べて小さいことが確認できた。しかし、管理強度が強度の調査区と、管理強度が中度の調査区では胸高直径に明確な違いはなかった。樹高は約16.2mから22.7mの範囲に収まり、林齢が若い林分で低くなる傾向がみられたが、管理強度による効果は認められなかった。以上の結果から、カラマツ人工林において育林初期の間伐回数は伐期近くの林分の樹木成長に大きく影響していないことが分かり、初期保育における間伐回数が少なくてもその後適切な間伐を行えば良質な素材を確保できる可能性が示唆された。

キーワード：カラマツ、間伐回数、初期保育、人工林、施業履歴、長野県

### はじめに

樹木の成長が施業の違いでどのように変化していくのかを明らかにすることは、施業体制の指針を長期にわたって決定するための基本であり、長期的な施業を考える上で重要である。人工林の密度管理に伴う成長過程については、数多くの研究がある。例えば、長期的な観測により高齡なスギ人工林で成長経過を追った研究(大住ら 2000)では、高齡級でも材積成長が持続し、間伐により成長が促進されることが報告

されている。間伐履歴と樹木成長に関しても、間伐により高い樹木成長を期待できるという報告がある。鈴木ら(2009)は高齡級ヒノキ人工林における林分構造と間伐履歴の影響に関する報告で、立木密度を50年生までに1ヘクタールあたり500から1000本以下にして管理しておけば、その後間伐を省略しても高蓄積の高齡級人工林の造成が可能であることを示唆した。この報告に基づくと、初期保育を重点的に行なっている林分もしくは若い段階において、間伐が多数実施され密度が低く保たれている林

\*連絡者：清野達之 筑波大学生命環境系

305-8572 茨城県つくば市天王台1-1-1

E-mail : seino.tatsuyuki.gw@u.tsukuba.ac.jp

分に関しては、今後の管理を続けることによってよりよい木材の生産が可能であると考えられる。一方で、正木ら (2011) は、50年から60年での伐期を想定して高めの密度で管理されてきた高齢のアカマツ人工林においては、間伐によって天然林のような大径木を含む林型に誘導することが困難であることを報告している。このため、高密度で維持されてきた林分に対しては、その後の間伐によって大径木生産がはたして可能なのかという疑問が残る。

林業においてコスト削減が求められている現在、効率化のためにはどのタイミングでの間伐が樹木成長に強く正の影響を与えるか調べることは重要な検証項目である。間伐の方法に関しては、強度間伐がカラマツの心材部を形成された後の成長を促進し、優良材生産に効果的であるという報告 (王ら 2004) がある。従来の間伐試験は間伐後数年のみの個体ならびに林分成長の解析にとどまっているため、長期にわたる間伐の影響を追跡調査した事例が少ない (鈴木ら 2009)。材生産における高頻度の間伐は施業上重要だといわれている。しかし、施業の省力化を行なうためには間伐は最小限にする必要がある、その頻度によって材木成長と素材の質に違いが生じるのかという疑問を早急に解決する必要がある。そこで本研究では、間伐等による育林施業履歴の違いが林分構造に与える影響を定量的に把握することを目的とし、以下の内容を検証した。

- 1) 間伐による樹木成長への強い正の効果は明確に表れるのか。
- 2) 間伐の効果は間伐の間隔や間伐後の年数など、時間的变化とともにどのように変化するか。
- 3) 施業履歴の違いにより素材の質に違いはでるのか。

以上の視点から、長野県のカラマツ人工林をモデルケースとして人工林の管理施業と樹木成長の関係を明らかにし、森林管理体制の検討を行なった。

### 調査地と調査区

調査は長野県の東部、関東山地の最西端に位置する筑波大学農林技術センター川上演習林で、2011年6月から9月に行なった。標高は1360mから1790mの間である。カラマツの新規植栽は、前期 (1960-1967年) に行なわれたも

表1 調査区における施業履歴 (回数)

調査区	管理強度	間伐	除伐	枝打	下刈	ツル切	林齢
A	強	4	2	2	4	2	49
B	強	4	1	2	4	1	51
C	中	3	1	1	5	2	45
D	中	3	1	2	3	0	51
E	弱	0	2	0	4	3	51
F	弱	0	0	0	2	0	44

表中の数値は施業の回数を表す。

のと後期 (1974-1979年) に行なわれたものがある。間伐は前期に植栽された林分では3回もしくは4回、後期に行なわれたものでは2回もしくは1回行なわれている (筑波大学農林技術センター演習林 2006)。

調査区の設置は2011年7月から、川上演習林内のカラマツ人工林において0.04ha (20m×20m)の森林調査区(プロット)を設置し、プロット内を10m×10mに細分した。調査区の選定は筑波大学農林技術センターハヶ岳演習林事務所に保管されている川上演習林の施業履歴を基に行なった。施業履歴に基づき、調査区の管理強度を「強」「中」「弱」と区別し、各強度に2調査区ずつ、計6調査区を設置した。各調査区の管理強度、および施業履歴を表1に示す。管理強度「強」は間伐が4回行なわれている林分であり、下刈や枝打といった初期保育が積極的に行なわれている林分である。管理強度「中」の林分は間伐が3回行なわれている林分であり、初期保育も積極的に行なわれている林分である。管理強度「弱」の林分は、下刈は行なわれているものの、枝打や間伐といった施業が行なわれていない林分である。また調査区は、林齢に大きな差が無いように前期に植栽された林分から、間伐の回数に基づき5調査区を設定し(調査区:A, B, C, D, E)、林齢の違いの影響を検証するために後期に植栽された林分に1調査区を設定した(調査区:F)。間伐は本数密度(蓄積材積)に対して20-30%の強度で行なわれている。また間伐の間隔は約10年である。

### 調査方法

#### 毎木調査

2011年7月から8月にかけてプロット内において毎木調査を行なった。調査項目は胸高周

囲長、樹高、枝下高で、胸高周囲長15cm以上のすべての樹木を対象とし調査を行なった。樹高および枝下高の測定にはVertex III (Hagalof、スウェーデン) を用いて測定した。枝下高は対象木における最も低い位置にある、生きている枝の高さとした。毎木調査の結果から、胸高直径、樹冠長、樹冠長率、形状比を算出した。樹冠長は樹高から枝下高の差で求められ、樹冠長率は樹高に対する樹冠長の比である。形状比は樹高に対する胸高直径の比である。毎木調査の結果を基に、各調査区間で平均胸高直径や平均樹高などに違いがあるのかを検定するために、Steel-Dwassの方法による多重比較を行った。また調査地や管理強度で、胸高直径と樹高の関係に違いがあるのか検証するために共分散分析を行った。各水準間の検定が多重比較になるため、ホルムの方法による補正を用いて違いを検証した。解析には統計ソフトであるR version 2.14.0 (R Development Core Team 2011) を用いた。

### 樹幹解析

毎木調査の結果を基に、各プロット内の最も平均的な個体を選定し、試供木とした。試供木は2011年9月に伐倒し、地際より2m間隔で円板を採取した。その後円板を持ち帰り、各円板の年輪幅を4方向で測定し、その幅を記録した。年輪幅を測定後、解析ソフトであるStem Density Analyzer (Nobori et al. 2004) を用いて、樹高・材積の総成長量と年成長量を算出した。

### 全天写真

2011年8月から9月に調査林分の林床の光環境を測定するため、全天写真の撮影を行なった。カメラを地面から高さ1.5mの位置に固定し、撮影機材はCanon EOS Digital X (Canon、東京) に魚眼レンズ (SIGMA4.5mm F 2.8、Sigma、東京) を使用した。撮影はプロット内の10m間隔の格子点で、計9地点行なった。全天写真の解析にはCanop0n2 (竹中 <http://takenaka-akio.org/etc/canop0n2/index.html>) を使用した。全天写真の解析結果から、写真全体における林冠部で被われていない部分の割合を空隙率 (%) として定義した。

## 結 果

### 毎木調査および全天写真

表2に調査地の林況を示す。

管理が強度の調査区は、弱度の調査区と比べて2倍ほど立木密度が小さく、立木が最も少ない調査区で376本/haであり、最も多い調査区で1350本/haと管理強度によって4倍近い差が生じていた。

調査区あたりの平均胸高直径は管理強度「強」の調査区で、 $25.2 \pm 2.4$ cmおよび $25.9 \pm 3.4$ cm、強度が「中」の調査区で、 $22.9 \pm 3.7$ cmおよび $22.2 \pm 4.8$ cmであった。管理強度「弱」の調査区では平均胸高直径が $18.1 \pm 3.8$ cmおよび $19.2 \pm 3.8$ cmであり、管理強度が「強」および「中」の調査区に対して平均胸高直径が有意に小さかった。最も立木密度が小さい調査区Aでは、胸高直径のばらつきも少なく、径が比較的そろった立木が存在していた。管理強度「強」と「中」の調査区では、立木密度 (376本/haから825本/ha) の差が大きいにもかかわらず、胸高直径の平均値には明確な違いは認められなかった。

平均樹高や平均枝下高においては管理強度による違いが見られなかった。樹高は約16.2から22.7mの範囲に収まり、調査区Fを除くと19.0から22.7mの範囲に収まった。調査区Fといった林齢が小さい調査区で、樹高が小さくなる傾向があった。

Steel-Dwassによる多重比較検定の結果から、同じ管理強度の調査区同士で比較すると、管理強度が「強」調査区A ( $86.5 \pm 7.2$ ) と調査区B ( $89.0 \pm 10.4$ ) では違いは認められなかった。しかし、強度「中」の調査区C ( $84.4 \pm 11.4$ ) と調査区D ( $102.4 \pm 15.4$ )、強度「弱」の調査区E ( $110.8 \pm 16.6$ ) と調査区F ( $86.5 \pm 14.0$ ) には、同じ管理強度の調査区にも関わらず、形状比に20ほどの違いが生じた。これは調査区Dの地衣指数が高いためで、調査区Fの形状比が86と小さいのは、林齢が若く樹高が低いたためである。

林床の光環境を示す空隙率は調査区Fが調査区A・B・C・Dに対して有意に小さく、林冠が閉鎖していることを示した。調査区Eは調査区Bの2倍ほどの立木密度にも関わらず、空隙率には違いがなかった。

表2 調査地の林況

調査区	間伐強度	林齢(年)	密度(本/ha)	胸高直径(cm)	樹高(m)	形状比	枝下高(m)	樹冠長(m)	空隙率(%)
A	強	49	376	25.2±2.4 a	21.7±1.4 a	86.5±7.2 a	14.2±1.5 a	7.5±1.1 a	20.8±1.9 a
B	強	51	600	25.9±3.4 a	22.7±0.9 ac	89.0±10.4 a	17.2±1.1 b	5.5±1.2 b	18.4±2.3 a
C	中	45	825	22.9±3.7 a	19.0±1.5 bc	84.4±11.4 a	14.0±1.3 a	5.0±1.6 bc	17.6±0.8 b
D	中	51	725	22.2±4.8 ac	22.1±1.8 a	102.4±15.4 b	18.0±1.4 b	4.0±1.4 c	18.0±1.2 b
E	弱	50	1150	18.1±3.8 b	19.6±2.3 b	110.8±16.6 b	12.3±3.0 a	7.3±2.4 a	17.1±2.8 b
F	弱	44	1350	19.2±3.8 bc	16.2±1.6 d	86.5±14.0 a	13.2±1.3 a	3.0±1.2 d	14.3±0.9 bc

表中の数値は平均値±標準偏差を示す。アルファベットはSteel-Dwass検定による差異を示す。

樹木成長の経年変化

図1に年輪幅の経年変化を示す。成長の全体的な傾向としては、植栽後から15年ほどでは、間伐の有無による違いはあまり見られないが、無間伐の調査区(E, F)における年輪幅の成長は樹齢を重ねるにつれて徐々に小さくなった。成長の傾向は樹齢に伴い年成長量が減少するもの(調査区D・E・F)、年成長量の減少がそれほど大きくないもの(調査区B・C)、年成長量が一度減少するがその後増加するもの(調査区A)の3つのパターンが認められた。間伐を行なった調査区A・B・Cでは、間伐後に成長が増加する時期が何度か見られ(表1、図1)、この成長の増加は間伐後約3から6年で現れ、3年ほど続く傾向がみられた。

図2に樹高の経年変化を示す。

樹高はプロットA・B・C・D・Eが20.4から22.3mの範囲に達し、管理強度に関わらずほぼ同じ値となった。

図3に材積の経年変化を示す。

単木材積は管理強度が強くなるにつれて大き

くなった(図3)。調査区AとB、CとD、EとFのように、管理強度が同じ調査区では材積は同じ値になる傾向が見られた。年材積成長は植栽後長くなる傾向を示し、中度、強度の調査区での成長量は、弱度の調査区に比べて大きくなった(図3)。

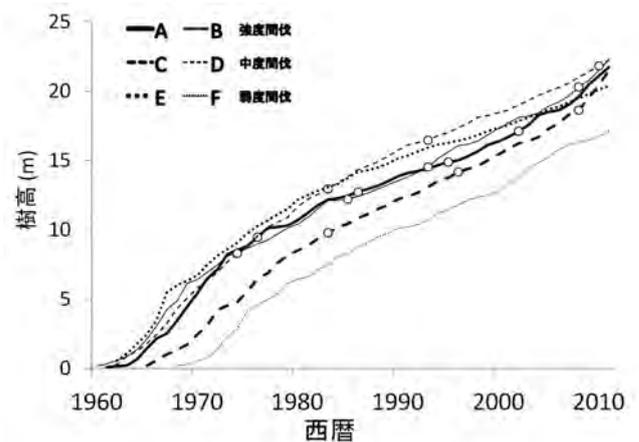


図2 樹高の経年変化

図中のアルファベットは表2における調査区を示す。白丸は間伐した時期を示す。

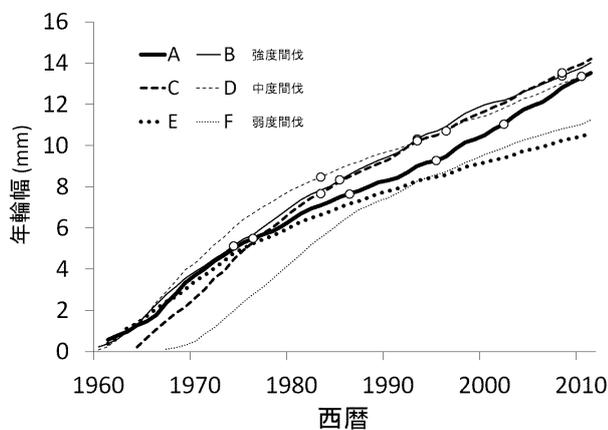


図1 年輪幅の経年変化

図中のアルファベットは表2における調査区を示す。白丸は間伐した時期を示す。

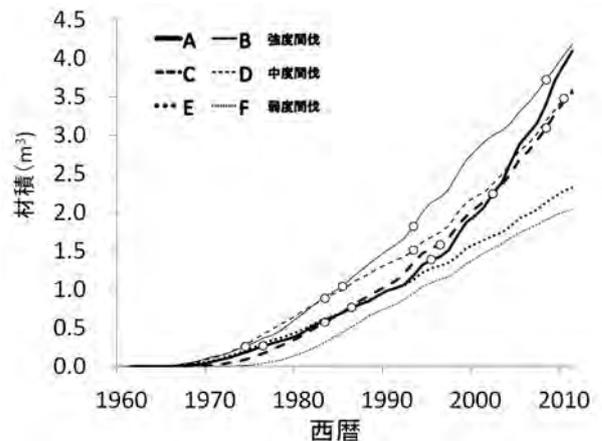


図3 単木材積の経年変化

図中のアルファベットは表2における調査区を示す。白丸は間伐した時期を示す。

## 考 察

### 間伐による林分構造の変化

本研究では間伐履歴がある調査区とない調査区では胸高直径に違いが見られたため、間伐が胸高直径に正の影響を与えることは確認できた。しかし、管理強度「強」と「中」の間では胸高直径成長および年輪幅成長のどちらにおいても明瞭な違いを確認することはできなかった。このように間伐回数の違いが顕著に表れなかった理由として、間伐後の直径年成長量の増加といった、正の影響がまだ十分に表れていないことが考えられる。高齢級人工林では、間伐から間もない期間はその影響が顕在化せず、4年から6年ほどの時間がたつと間伐の影響が直径成長に反映されると考えられることから (Lathem and Tappeiner 2002; 安達・川崎 1999)、高齢級人工林への移行期である本調査地でも同様の傾向がみられ、近年の間伐の影響がまだ顕在化していない可能性が考えられる。

このため林分に立木を残しつつも立木密度を保ち、高い材積量維持し、幹成長を維持することができる可能性が示唆された。また、間伐が行われた時期に着目すると、植栽後15年程度で初回の間伐が行われている管理強度「強」の調査区と、行われていない管理強度「中」の調査区との間に平均胸高直径の違いは確認できなかった。このことから育林初期の間伐を省略しても幹成長に大きな負の効果は与えない可能性が示唆された。

樹高成長に関しては、管理強度による成長の違いは確認できなかった。これはスギ人工林において、間伐による樹高成長率の増大は胸高直径の成長率の増大と比べて小さかったという報告もあるため (玉井ら 1983)、本研究におけるカラマツ人工林でも、間伐による樹高成長への影響が顕著に現れなかった可能性が考えられた。形状比の結果から、強い管理強度の調査区で形状比が小さくなることが確認できた。形状比の大小は樹高との関係が深く、林齢が若く樹高が低い林分では、形状比が大きくなる。また、同齢の調査区 (A・B・D・E) で比較すると、管理が強度の調査区A・Bで形状比が比較的小さく、ばらつきも少ないことが確認できる。カラマツ人工林において平均形状比が小さい林分は風倒被害に対する抵抗性が大きく、その形状比は林分密度に強く影響される (渋谷ら 2011) ことから、間伐を積極的に行い、立木密度を低

く保つことで風倒抵抗性の強い林分を造成できる。

### 間伐の影響の経年変化について

樹幹解析の結果より、樹木成長の全体的な傾向として、樹齢の増加に伴う年輪幅成長の減少・樹高成長の減少・材積成長量の増加が見られた。年輪幅の年成長量は間伐を行なっている調査区で大きく、間伐後に年成長量が大きくなる傾向が確認できたため、間伐を行なうことで年成長量が大きくなることが示唆された。今後も同様の間隔で間伐を繰り返すことにより、高い年成長量を維持できる可能性が示された。

初期の間伐において、間伐の効果があまり見られず、持続しなかった理由として、初期の間伐では立木密度があまり減らず、すぐに樹木間の競争が高くなってしまった可能性があげられる。初期の間伐強度を上げることによって効果がより大きく、そしてより長く持続することが出来ると考えられる。加えて間伐等の実施によって、被圧や病虫害、風倒被害等の災害による枯死量を少なくできれば、スギ人工林平均成長量が最大に達する林齢が高くなるという報告がある (西園ら 2008)。このように高い強度の初期間伐で個体間の競争を緩和し、その後の施業で不良形質木の除去を行なうことで、少ない間伐回数でもより高い樹齢まで成長量の増加が維持され続けることが期待できる。

### 素材生産に間伐が与える影響

一般に素材生産を目的とした森林管理では、大径木生産のために間伐は重要な施業であり、ある程度の間伐回数が求められる。そのため、立木密度を大幅に減少させることによってより効率的な大径木生産ができることを示唆している。

効率的な素材生産のために、目的にあった施業方針、施業体制を行っていくことは重要である。本研究においては、間伐により直径成長は促進され繰り返し間伐を行なうことでその効果が持続しやすいことがわかり、大径木の生産を目指すのであれば間伐をもっと積極的に行なう必要があることが示唆された。一方、間伐の回数による成長の大きな違いが本研究では見られなかったため、間伐の回数を減らし省力化を図りながらも大径木生産は可能であると考えられる。

材生産という観点から、間伐を繰り返し行な

い、不良形質木を除去することで、良質で均質な素材の蓄積ができる可能性が示された。ある回数以上の間伐は幹成長においては期待される正の効果が強くみられないが、良質木の生産という点においては有益だと結論した。

## 謝 辞

本研究を行なうにあたり、筑波大学生命環境系の中村徹教授には有益なご助言を頂いた。伐倒作業において筑波大学農林技術センターハケ岳演習林の井波明宏氏と杉山昌典氏にご助力を頂き、筑波大学農林技術センターの齋藤明氏には樹幹解析の円板試料の研磨でご指導を頂いた。また、筑波大学森林生態学研究室の落合菜知香氏と石原祥子氏には調査の際にご助力を頂き、同研究室の諸氏には研究支援を頂いた。ここに記して感謝いたします。

## 引用文献

安達亮介・川崎圭造 (1999) 高齢ヒノキ一斉林における間伐効果の一例. 中部森林研47:7-8.  
 Latham P, Tappeiner J (2002) Response of old growth conifers to reduction in stand density in western Oregon forests. *Tree Physiology* 22 : 137-146.  
 正木隆・森茂田・梶本卓也・相澤州平・池田重人・八木橋勉・柴田銃江・櫃間岳 (2011) 高齢・高密度のアカマツ林の間伐は成長を改善するか. 日本森林学

会誌 93 : 48-57.  
 西園朋広・田中邦宏・栗屋善雄・大石康彦・林雅秀・横田康裕・天野智将・久保山裕史・八巻一成・古井戸宏通 (2008) 秋田地方のスギ人工林における林分材積成長の経年推移. 日本森林学会誌 90 : 232-240.  
 Nobori Y, Sato K, Onodera H, Noda M, Katoh T. (2004) Development of stem density analyzing system combined X-ray densitometry and stem analysis. *Journal of Forest Planning* 10 : 47-51.  
 大住克博・森麻須夫・桜井尚武・斎藤勝郎・佐藤昭敏・関強 (2000) 秋田地方で記録された高齢なスギ人工林の成長経過. 日本林学会誌 82 : 179-187.  
 R Core Team (2011) . R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. ISBN 3-900051-07-0, URL <http://www.R-project.org/>.  
 渋谷正人・浦田格・島田宏行・飯島勇人 (2011) 北海道中央部の針葉樹人工林における風倒被害と樹形. 森林立地 53 : 53-59.  
 鈴木和次郎・池田伸・平野辰典・須崎智応・和佐英二・石神智生 (2009) 高齢級ヒノキ人工林の林分構造にみる間伐履歴の影響. 日本森林学会誌 91 : 9-14.  
 竹中明夫 CanopOn2  
<http://takenaka-akio.org/etc/canopon2/index.html>  
 (Last accessed: 24 November 2012)  
 玉井重信・大久保泰志・堤利夫 (1983) 小径木間伐に関する研究 (I) 間伐後12年間のスギ林の林況、および現存量の変化について. 日本林学会誌 65 : 372-381.  
 筑波大学農林技術センター演習林 (2006) 森林管理計画書. 122pp. つくば市.  
 王賀新・佐々木賢治・魚住侑司・植木達人・加藤正人・関慶偉 (2004) カラマツ大径木生産を目的とした強度間伐の有効性. 信州大学農学部AFC報告 1 : 63-71.

# Effects of Forest Managements on Tree Growth in Mature Larch Stands

Kenta NASU<sup>1</sup>, Tatsuyuki SEINO<sup>2,4\*</sup>, Yoshiaki MURAMATSU<sup>3</sup>  
Yu SUGAWARA<sup>3</sup> and Takashi KAMIJO<sup>4</sup>

<sup>1</sup> College of Agro-Biological Resource Sciences, School of Life and Environmental Sciences, University of Tsukuba,  
Ten-nodai 1-1-1, Tsukuba, Ibaraki, 305-8572, Japan

<sup>2</sup> Tsukuba Experimental Forest, Agriculture and Forestry Research Center, University of Tsukuba,  
Ten-nodai 1-1-1, Tsukuba, Ibaraki, 305-8577, Japan

<sup>3</sup> Master's Program in Agro-bioresources Science and Technology, Graduate School of Life and Environmental Sciences,  
University of Tsukuba, Ten-nodai 1-1-1, Tsukuba, Ibaraki, 305-8572, Japan.

<sup>4</sup> Faculty of Life and Environmental Sciences, University of Tsukuba,  
Ten-nodai 1-1-1, Tsukuba, Ibaraki, 305-8572, Japan

## Abstract

This study aims to evaluate the effect of forest management on tree growth such as diameter and height growth in a larch artificial forest central Japan under different management regimes. The impact of management was defined by the times of thinning. Tree diameter in strong and medium impact stands were ranged from 22.2 to 25.9 cm in diameter at breast height while in a weak impact stands were from 18.1 to 19.2 cm. Diameter of trees in the weak impact stands was smaller than that of strong and medium ones. Tree heights were ranged from 16.2 to 22.7 m in all stands, and no significant difference among the thinning impacts. There were not found significant differences of diameter growth in thinning times and existence in an early stage. These results were suggest that there were possibility to keep a certain timber volume even under a less thinning operation in an initial stage of forest management.

**Key words:** Artificial forest, Forest management, *Larix kaempferi*, Nagano prefecture, Thinning

---

\*Corresponding Author: Tatsuyuki SEINO Faculty of Life and Environmental Sciences, University of Tsukuba  
Ten-nodai 1-1-1, Tsukuba, Ibaraki, 305-8572, Japan  
E-mail: seino.tatsuyuki.gw@u.tsukuba.ac.jp



# デジタルカメラ画像を用いた開葉期・落葉期の客観的識別手法の検討

上治雄介<sup>1\*</sup>・今泉文寿<sup>2</sup>

<sup>1</sup> 筑波大学農林技術センター井川演習林  
428-0504 静岡県静岡市葵区井川1621-2

<sup>2</sup> 静岡大学農学部  
422-8529 静岡県静岡市駿河区大谷836

## 要 旨

フェノロジー観測は一般に現地で目視により行うことが多く、観測結果には個人差が含まれている。本研究では客観性の高い開葉・落葉フェノロジー観測データの取得を目的として、開葉・落葉期における葉の量の変化をコンピューターにより自動判定する方法を検討する。観測にはデジタルカメラを用いた。画像解析の基礎情報として白く塗った板を画像に含むように設置した。この板の明度を基に閾値を求め画像を二値化し、葉ピクセル数の変化を調べた。落葉期に青空を葉と誤認しないよう、RGB値から青空を区別する処理も行った。解析の結果、開葉期に葉ピクセル数の上昇が、落葉期に葉ピクセル数の減少がみられ、葉フェノロジーを画像中の葉ピクセル数の変化として観察できた。4月または12月（無葉期）の平均葉ピクセル数を0%、7～9月（緑葉期）の平均葉ピクセル数を100%とし、開葉期・落葉期に葉ピクセル数が50%に最も近い日を開葉日・落葉日とする方法を提案した。

キーワード：閾値、自動化、デジタルカメラ、フェノロジー観測

## 緒 言

季節の移り変わりに伴う動植物の行動や状態の変化をフェノロジー（生物季節）という。フェノロジーは動植物の種や年齢（樹齢）、生育環境、気候等によって変化する。そのため多様な条件下でのフェノロジーを把握しようと、多くの野外観測がなされている。観測対象となる項目には様々なものがあり、樹木に限ってみても発芽（藤本 2007）、開葉・落葉（小見山 1991、藤本 2008、加藤ら 1999）、紅葉（門松 1998）などがある。これらの観測結果は、多様な条件下における樹木の生理・生態特性の検討に用いられるほか（門松 1998、加藤ら 1999）、フェノロジーに影響する環境因子の特定にも利用さ

れる（小見山 1991、藤本 2007）。特に近年は気候変動への社会の関心が高まっており、社会的要望から気候がフェノロジーへ及ぼす影響の評価が精力的になされている（渡辺 2006、藤本 2008、伊藤・佐野 2012）。これまでの研究の結果、気温の上昇が開葉時期の早期化や黄葉・落葉の遅延化を招くという知見が得られている（渡辺 2006、藤本 2008）。

フェノロジー観測は現地へ赴き目視によって開葉等の状態を確認し、あらかじめ定めた基準に従い記録するという方法が一般的に用いられる（例えば、藤本 2007）。目視による確認は、個人差が生じやすいという問題点を有する。また、長期観測や広域を対象とした観測を行おうとした場合に人的資源が必要となる。通常、現

\*連絡者：上治雄介 筑波大学農林技術センター井川演習林  
428-0504 静岡県静岡市葵区井川1621-2  
E-mail：ueji.yusuke.fn@un.tsukuba.ac.jp

地で目視による観測を毎日行うことは困難であり、観測間隔が長くなることで、フェノロジーの変化を十分に捉えられない可能性もある。

近年では、自動カメラによるフェノロジー観測方法が行われるようになり、定点映像を定時に得ることが可能となった(齊藤ら 1998、Saitoh 2012)。これにより、1日間隔、あるいはそれよりも短い間隔でのフェノロジー観測が可能となり(齊藤ら 1998、Saitoh 2012)、得られるデータの時間精度が向上した。しかし、多くは画像を目視により判定しており(例えば、渡辺ら 2006)、依然として個人差を完全に排除するのは困難である。また、観測間隔の短縮が可能となったことに伴い解析にかかる人的資源の増加も見込まれる。

これらの問題を解消する方法として、コンピューターによる画像解析によりフェノロジーを判定する手法が提案されている。酒井ら(1996)は、樹木が撮影された写真画像の各ピクセルを、葉・空・枝・土・雲などに分類し、葉ピクセルのピクセル数の変化をみることでフェノロジーを調べた。ピクセルの分類は、各ピクセルの色(RGB値)を基にして行うが、天候が異なると同じ被写体を撮影しても画像上の被写体を表す色がわずかに変化するので、解析を行う際は天候による色の変化を考慮しなければならない。しかしその手法は未だ確立していない。

本研究では、客観性の高いフェノロジー観測データの取得を目的とし、開葉期または落葉期における葉の量の変化をコンピューターにより自動判定するための解析手法を検討する。解析資料にはデジタルカメラによって自動撮影された画像を用いる。天候の違いによる画像の色の変化を自動判定に考慮できるようにするため、新たな現地観測手法を提案する。

### 観測地および観測・解析方法

#### (1) 観測地および観測方法

フェノロジー観測を、静岡県北部の筑波大学農林技術センター井川演習林(年平均気温9.6℃、年間降水量約1,900mm:図1)内に成育するミズナラ(*Quercus crispula* Blume) 2本を対象として行った。対象木の間隔は約20mあり、標高約1300m、南東向きの同一斜面上に成育する。周囲はヒノキ人工林(一部、二次林)で、2001年に行った除伐後のギャップに侵入した

ものと考えられる。樹高は約4mである。撮影にはGardenWatchCam(Brinno社製)(図2)を用いた。GardenWatchCamの仕様は表1の通りである。レンズが不要な太陽光を取り込まないよう、GardenWatchCamにフードを取り付けた。選定したミズナラそれぞれに1台ずつ約3m離れた位置に設置し、毎日1枚ずつ撮影



図1 調査地位置図



図2 GardenWatchCamの設置状況

表1 GardenWatchCamの仕様

項目名	仕様詳細
画素数	1.3メガピクセル
測光方法	多分割測光
焦点距離	約1.0m～(通常モード使用)
記録画素数	1,280×1,024画素
記憶媒体	USBフラッシュドライブ
電源	単三乾電池×4本
電源持続時間	4～6カ月 (撮影頻度により異なる)

表2 対象木ごとの観測期間および撮影枚数

	観測期間	撮影枚数
対象木1	2011/7/1 ~ 2011/12/13 (落葉期)	127
	2012/4/9 ~ 2012/9/29 (開葉期)	138
対象木2	2011/7/1 ~ 2011/12/31 (落葉期)	136
	2012/4/9 ~ 2012/9/12 (開葉期)	123

した。撮影時刻は対象木に直射日光の当たらない15時とした。対象木に直射日光が当たると明るい葉と暗い葉が生じ、解析の誤差となるためである。観測期間ならびに撮影枚数は表2のとおりである。ただし、雨がレンズに付着して画像が乱れたものはあらかじめ撮影枚数から除いた。

## (2) 解析方法

開葉・落葉期それぞれにおける葉の量の変化を葉のピクセル数の変化によって評価する。評価は1. 閾値による明度(R(赤)、G(緑)、B(青))の平均値による画像の二値化)、2. 明度により葉と区別することが困難な青色の空をB値が高いという特徴をもとに区別、という2段階の手順により行った。解析にあたり、画像内に写った遠方の山は葉と誤認されるので、撮影範囲はできるだけ背景が空となるよう留意し、山が写り込んだ場合はトリミングによって領域ごと削除した。トリミングした範囲は観測地点ごとに異なる。また本研究の観測では、2011年の冬季に動物によるものと考えられる影響で撮影範囲が変化したため、観測年によっても異なる。

二値化は葉(幹や枝を含む)の明度が空の明度よりも低いことを利用して行なう。三上ら(2006)は各ピクセルのR値とB値を用いて葉ピクセルを抽出しているが、黄葉・紅葉期では葉の色や明るさが変化するため、葉ピクセルの抽出精度は緑葉期と比べると低い。葉ピクセルの明度は黄葉・紅葉期となってRGBの各値が変化しても顕著な変化が見られない(図3)ため、明度を二値化の指標として用いる。二値化には画像ごとに閾値を設ける必要がある。閾値は天候等の影響により変化する。そこで閾値を求める基礎情報として白色(ロックコート(白):ロックペイント社製)に塗った板(以下、白色板)を画像に含まれるように設置した。そして白色板の明度を基に閾値を求める以下の一次式を作成する。

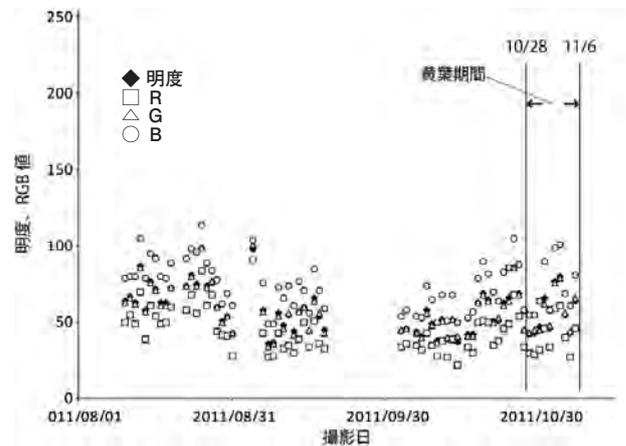


図3 緑葉期と黄葉期における葉の明度およびR, G, B値の変化(サンプル数:67)

$$T = aW + b \quad (1)$$

ここに $T$ : 閾値、 $W$ : 白色板の明度、 $a$ 、 $b$ : 定数である。定数 $a$ は白色板の明度( $W$ )に乗じる数値なので、定数 $a$ が大きいほど白色板の明度が閾値に与える影響は大きい。ミズナらは春に一斉に開葉し、秋に一斉に落葉する(菊沢1986)ため、開葉終了から落葉開始までの葉の量は一定であると考えられる(以下、緑葉期)。そこで、 $a$ と $b$ に様々な値を代入し、この期間中(本研究では7~9月)に撮影した各画像における葉を表すピクセル数の標準偏差が最も小さくなるような $a$ と $b$ の組み合わせを定数として採用した。一次式は対象木ごとに作成した。また、本研究では2011年の落葉期と2012年の開葉期の間で動物の影響により撮影方向、範囲が変化した。葉の明度は同一樹冠内においても直射日光の当たり方等の影響を受けて場所により変化すること、さらに空の明度も撮影方向により変化することから、撮影方向の変化に伴い二値化に最適な閾値が変化すると考えられる。そのため、それぞれの時期で別の一次式(計4種類の式)を作成した。この一次式と開葉・落葉期を含めた各画像の白色板の明度より、各画像の二値化に用いる閾値を求め、画像別に葉のピクセル数をカウントした。

開葉・落葉期には開空度の上昇に伴いGardenWatchCamが測光を行なう対象がミズナラから空に移るため、落葉前と比べて落葉後は空の明度が低下し、葉と誤認される場合がある。このようなときには空は青色として撮影される。そこで、空のB値がR, G値と比べて高いことを利用して空を抽出する式を作成し(式(2))、あわせて葉と空の分類に用いた。

$$2B > R + G + c \quad (2)$$

ここに  $c$  : 定数であり、本研究では経験的に  $c = 120$  と設定した。

### 結果と考察

#### (1) 閾値の算出と画像の二値化

各対象木および各観測期間において式 (1) に用いる定数 ( $a, b$ ) は表3のようになった。対象木2、落葉期の  $a$  値は、対象木1、落葉期・開葉期および対象木2、開葉期と比較して小さな値となった。対象木2、落葉期の判別に用いた緑葉期の二値化後の画像を見ると風によると思われる枝の動きが確認できた。この時、葉が重なり合っており、画像上に占める葉の面積が減少していた。このため、葉が占める面積が一定という前提が成立しなかったことが  $a$  値の低下した原因であると考えられる。 $a$  値が低いと、白色板の明度による閾値の補正効果が低くなり、画像間で二値化のための閾値の差が小さくなる。つまり、天候による画像の明度の変化を適切に補正できなくなる可能性がある。このことが緑葉期の標準偏差が他の解析結果よりも大きい (表4) 原因のひとつとなったと考えら

れる。

式 (1) と表3で示した定数 ( $a, b$ ) を用いて、開葉期・落葉期を含む全画像の二値化を行った。二値化前後の写真の例を図4に示す。図4 a は2011年8月15日に対象木1を撮影した画像である。対象木1に露出が合っているた

表3 対象木・観測期間別の閾値算出用定数

		a	b
対象木1	落葉期	1.41	80
	開葉期	1.55	26
対象木2	落葉期	0.19	130
	開葉期	1.27	142

表4 対象木・観測期間別の緑葉期における葉ピクセルの標準偏差

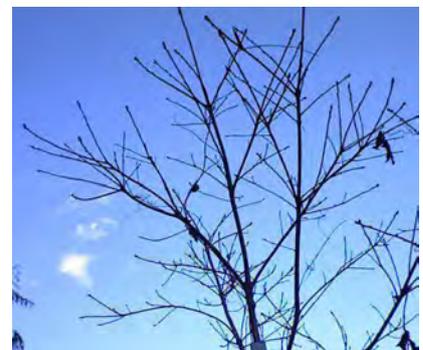
		緑葉期間	撮影枚数	葉ピクセルの標準偏差
対象木1	2011/7/1 ~ 2011/9/18		61	9855.83
	2012/7/2 ~ 2012/9/29		77	9005.03
対象木2	2011/7/1 ~ 2011/9/16		55	23911.55
	2012/7/2 ~ 2012/9/12		60	16129.93



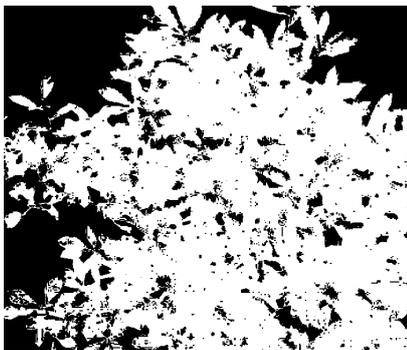
(a) 対象木1 撮影日：2011/8/15



(c) 対象木1 撮影日：2011/11/6



(e) 対象木1 撮影日：2011/12/10



(b) 画像 (a) の二値化画像

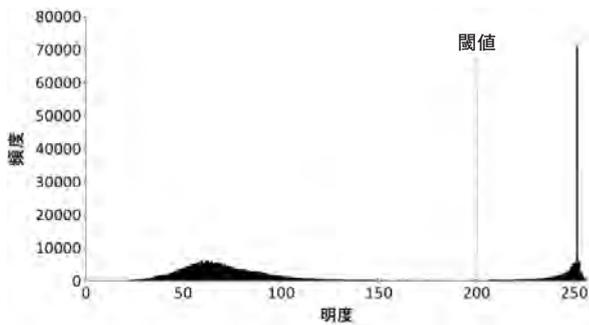


(d) 画像 (c) の二値化画像

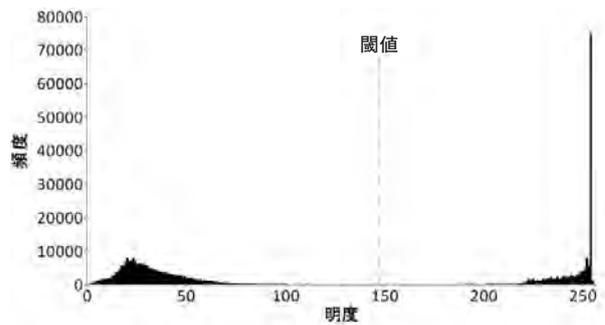


(f) 画像 (e) の二値化画像

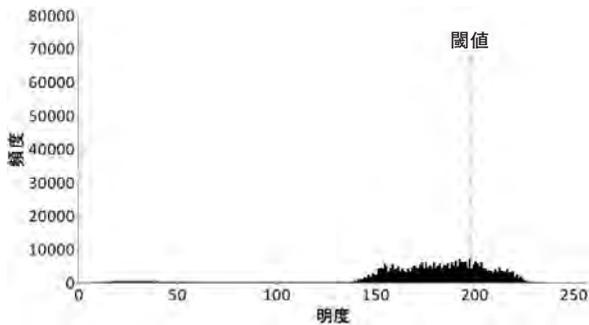
図4 基画像と二値化後の画像



(a) 対象木1 撮影日：2011/8/15  
閾値：201



(b) 対象木1 撮影日：2011/11/6  
閾値：146



(c) 対象木1 撮影日：2011/12/10  
閾値：196

図5 基画像の明度と閾値

め背景の空は露出オーバーとなり写っている。このため空と樹木が明瞭に区別でき、図4 bのように二値化により葉ピクセルを分けることができた。図4 cは2011年11月6日に対象木1を撮影した画像である。図4 a同様に空と樹木が明確に分かれている。図3のように明度は黄葉期になっても変化がないため、黄葉期の画像でも二値化により葉ピクセルの抜き出しができた(図4 d)。図4 eは2011年12月10日に対象木1を撮影した画像である。露出が空と樹木両方に合っているため、空が青く写っている。枝の細い部分の一部は空と誤認された(図4 f)が、二値化により葉ピクセルの識別をほぼ行うことができた。図4 a、4 c、4 eの各画像における1ピクセルごとの明度を求めヒストグラムにまとめた(図5)。図5 a～5 cいずれの図でも葉ピクセルである明度の低い集団と空ピクセルである明度の高い集団が分かれている。図5 a、5 bでは閾値がそれらの間にあり、適切に二値化できたと判断できる。図5 cでは閾値が空ピクセルを表す集団の中にあるため、閾値による二値化は正しく行うことはできない。図4 fのように葉ピクセルの識別をほぼ行うことができたのは、式(2)によって青空と葉の

分類ができたためである。このように、開葉期、落葉期、緑葉期に限らず、式(1)により客観的に定めた閾値および式(2)によって葉ピクセルの抽出を行うことができた。

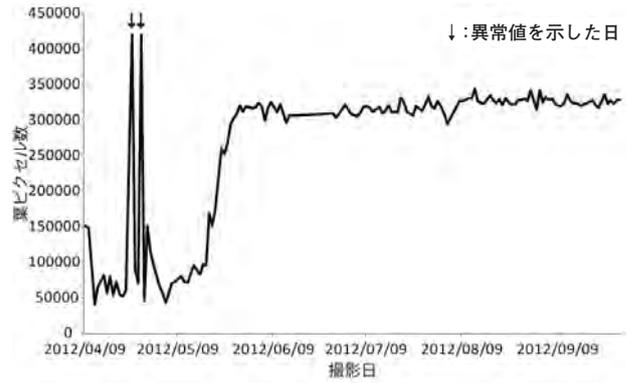
## (2) 葉ピクセル数の推移

画像ごとに葉ピクセルをカウントした結果を図6に示す。いずれの対象木・観測期間でも葉ピクセルの増加または減少を観察できた。葉ピクセルが増加または減少する時期には、解析前の画像を目視によって観察しても開葉または落葉が確認された。このため葉ピクセルの増加または減少は開葉期または落葉期の様子を表していると考えられる。

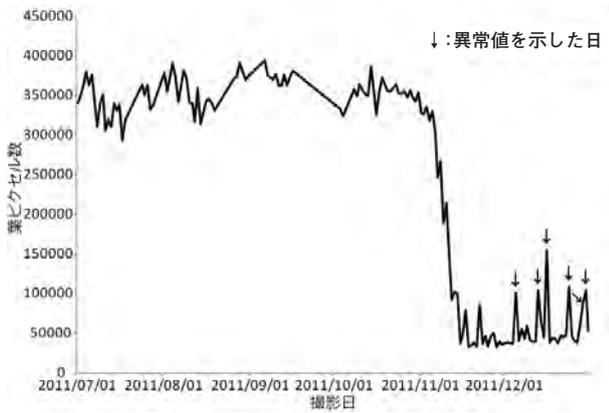
一方で、開葉前または落葉後に明らかに異常な値を示す画像がみられた。図6には開葉前または落葉後の期間(以下無葉期;本研究では4月および12月)における葉ピクセル数の平均値から、同期間の標準偏差以上離れた場合を異常値として矢印で示した。異常値は比較的暗い雲が空を覆う場合や空が霞がかかった場合に多く見られた。無葉期は測光対象が空となるため、空が露出オーバーとならずに多様な色として識別される。式(2)は葉と青空の分



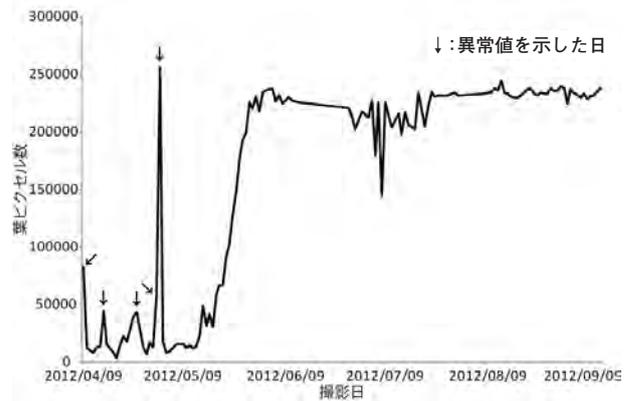
(a) 対象木1、落葉期



(b) 対象木1、開葉期



(c) 対象木2、落葉期



(d) 対象木2、開葉期

図6 葉ピクセル数の変化 (図中の矢印は異常値)

類を想定しており、空が雲等の存在により他の色となった場合には空の分類に適さなくなる。このことが無葉期の異常値の出現につながったと考えられる。この他に、濃霧の発生やGardenWatchCamの露出がオーバーとなったことで白色板の明度が上がり、閾値も上昇したため、画像のほとんどが葉と誤認した場合もあった。このような画像は、一見すると対象木を正しく写しているように見えるが、雨がレンズに付着した場合と同様に解析対象から除外した方がよい。このような異常値を自動かつ客観的に解析対象から除外手法する手法についても今後の検討課題である。

開葉日・落葉日の判定については、図6から明らかなように、開葉や落葉は10~15日程度かけて徐々に起こるものであるため、開葉日、落葉日を定める基準が必要である。そこで本研究では判別の客観性を確保するため、緑葉期における葉ピクセル数の平均を100%、無葉期における葉ピクセル数の平均を0%とした場合に、葉ピクセル数が50%に最も近い日を開葉

表5 対象木別開葉日・落葉日

	落葉日	開葉日
対象木1	2011/11/8	2012/5/18
対象木2	2011/11/9	2012/5/24

日・落葉日とした。なお、図6で示した異常値は事前に解析対象から除いた。その結果を表5に示した。2011年の落葉日は対象木1と対象木2の違いは1日であった。しかし対象木2、落葉期における閾値を求める式(1)のa値は低く、緑葉期における葉ピクセル数の標準偏差も大きかったので、この結果についてさらに検討する必要がある。一方で、2012年の開葉日は対象木1より対象木2は6日遅れた。対象木2、開葉期は展葉が進み、枝が重く垂れ下がるにつれて解析範囲外にあった多くの葉が解析範囲に入った。対象木2の開葉期における葉ピクセル数の上昇は開葉そのものに加え解析範囲外の枝葉が範囲内に入って来たことによる影響が大きかった。このため葉ピクセル数が50%に

到達する日が対象木1に比べて遅れたのだと考えられる。枝の動きによる葉ピクセルの変動が起きたのは、対象木の選定方法にあると思われる。対象木1が比較的通直であるのに対し対象木2は、周囲の優先木（ヒノキ）の影響で斜めに伸長成長が行われた。このため、葉の重みでたわみやすくなり、今回のような結果となったと考えられる。

開葉期と落葉期における葉ピクセル数の変化を比較したところ、落葉期では葉ピクセル数が急激に減少する前に少しずつ減少する期間（10/20～11/5頃）がみられた。開葉期では葉ピクセル数が少しずつ増加するような期間はみられず、急激に増加した。

### おわりに

本研究では客観性の高い樹木の葉フェノロジー観測データの取得を目的として、フェノロジー観測手法および解析方法の検討を行った。現地自動撮影観測においては、画像の二値化に必要な閾値を求めるために必要な基礎情報として白色板を設置した。解析においては白色板の明度を基にした解析者の主観を含まない方法によって閾値を求め、画像の二値化を行った。これにより開葉または落葉の様子を画像中の葉のピクセル数の変化として観察する事が出来た。

一方で、雨天時における画像の乱れ、動物によると思われる撮影範囲の変化、風や葉の重みによる枝の移動、一部の空や雲を葉と誤認するなどの課題がみられた。これらの課題に対してはGardenWatchCamに取り付けるフードの改良、フレームを合わせるための目印の撮影範囲内への設置、通直に伸長成長した樹木の選択、青色以外の空も識別する手法の検討、などの対策が考えられ、今後はこれらの対策を実際に検討していきたい。

このように課題は依然残るものの、本研究が提案した手法はデジタルカメラ画像をコンピューターによって自動解析することが可能であるので、長期観測や広域を対象としたフェノロジー観測など膨大な画像を扱う場合にも人的資源の不足に陥る危険性が低く、かつ客観性を保ったまま解析が可能であると考えられる。フェノロジー観測データは様々な研究に用いられる基礎データである。本研究がデータ収集の一助になれば幸いである。

### 謝 辞

本研究を行うにあたり、筑波大学農林技術センター井川演習林の遠藤好和技術職員には、現地における観測方法において貴重なご意見ならびに観測機器の作成に多くの支援をいただきました。ここに深く感謝の意を表します。本研究では平成20年度地球再生プログラムの資金を用いて行われた。

### 引用文献

- 藤本征司 (2007) 広葉樹29種の10年間の開芽フェノロジー観測に基づく開芽日予測法の検討. 日本林学会誌89 (4) : 253-261
- 藤本征司 (2008) 気温変動が暖温帯域の樹木の葉フェノロジーに与える影響の予測. 保全生態学研究13 (1) : 75-87
- 伊藤公一、佐野淳之 (2012) 雪解け時期と気温上昇が稚樹の開葉フェノロジーに与える影響. 生態学会誌62 (2) : 111-120
- 門松昌彦 (1998) ナラ類における開葉時期と紅葉時期との関係、北海道大学農学部 演習林研究報告55 (1) : 31-39
- 加藤正吾、山本美香、小宮山章 (1999) 落葉広葉樹林の上層と下層での葉フェノロジー—1997年の莊川村六所における解析—. 森林立地学会誌41 (1) : 39-44
- 菊沢喜八郎 (1986) 葉の生存戦略 森林樹木を中心として. 日本生態学会誌36 : 189-203
- 小池重人、樋口広芳 (2006) 気候変動が同一地域の鳥類、昆虫、植物の生物季節に与える影響. 地球環境11 (1) : 27-34
- 小見山章 (1991) 落葉広葉樹の幹肥大成長の開始・休止時期と着葉期間の相互関係、およびそれらに関係する環境因子. 日本林学会誌73 (6) : 409-418
- 三上寛了、西田顕郎、村岡裕由 (2006) 魚眼デジタルカメラ画像による林冠の開空域の自動識別と葉面積指数の推定. 写真測量とリモートセンシング45 (5) : 13-22
- 斉藤馨、藤原章雄、熊谷洋一 (1998) ランドスケープ情報基盤構築のための景観モニタリング手法. ランドスケープ研究61 (5) : 597-600
- Taku M. Saitoh, Shin Nagai, Nobuko Saigusa, Hideki Kobayashi, Rikie Suzuki, Kenlo Nishida Nasahara, Hiroyuki Muraoka (2012) Assessing the use of camera-based indices for characterizing canopy phenology in relation to gross primary production in a deciduous broad-leaved and an evergreen coniferous forest in Japan. *Ecological Informatics*11 : 45-54
- 酒井徹朗、菅原哲二 (1996) フェノロジー調査の画像処理について. 京都大学農学部演習林集報29 : 95-100
- 渡辺隆一、大久保明紀子、井田秀行 (2006) 志賀高原における温暖化の植物季節への影響—1986—2004年の定点写真からのダケカンバの開葉日・黄葉日の年変動—信州大学教育学部附属志賀自然教育研究施設研究業績43 : 13-16

# Objective Identification Method for Leaf Development and Defoliation Periods Using Digital Camera Images

Yusuke UEJI<sup>1\*</sup> and Fumitoshi IMAIZUMI<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Ikawa University Forest, Agricultural and Forestry Research Center, University of Tsukuba,  
1621-2 Ikawa, Aoi, Shizuoka 428-0504, Japan

<sup>2</sup> Faculty of Agriculture, Shizuoka University, 836 Ohya, Suruga, Shizuoka 422-8529, Japan

## Abstract

Tree phenology has been generally investigated by eye observations that have personal difference. In this study, we suggested objective identification method for leaf development and defoliation periods using computer analysis of digital camera images. Pixels in images were classified into leaves and the others (e.g., sky, clouds) by binarization of brightness. Appropriate threshold value for the binarization is highly affected by weather. Therefore, we set up white boards in the shooting area of the camera in order to investigate appropriate threshold value for each image. Our method could detect leaf development and defoliation periods as changes in number of leaf pixels. We also investigated timings when leaf pixel number is just half of the leaf pixel number in summer. We suggested that these timings can be used as index of leaf development and defoliation days.

**Key words:** Automation, Digital camera, Phenology observation, Threshold value

---

\*Corresponding Author: Yusuke UEJI Ikawa University Forest, Agricultural and Forestry Research Center, University of Tsukuba  
1621-2 Ikawa, Aoi, Shizuoka 428-0504, Japan  
E-mail: ueji.yusuke.fn@un.tsukuba.ac.jp

## 技術報告

# 川上演習林における水文観測 — 2011-2012年の観測結果 —

脇山義史<sup>1\*</sup>・山中 勤<sup>1</sup>

<sup>1</sup> 筑波大学陸域環境研究センター  
305-8577 茨城県つくば市天王台1-1-1

### 要 旨

川上演習林の鞍骨・堀内北沢の2流域において、2011年9月1日から2012年8月31日まで水文観測を行った。観測結果から、流量観測方法について以下のことがわかった。1) 直角三角堰の公式を用いて水位を流量に変換できること、2) 屋外用作業灯3機で冬季の観測が可能であること、3) 冬季には水位計に異常値が記録される可能性があること。年間積算降水量は1642mmに対して、流出高は鞍骨流域で1163mm（流出係数0.71）であり、堀内北沢流域で928mm（流出係数0.57）であった。月別に見ると、両流域とも4、5月に降水量に比して流出高が大きく、冬季の降水が流出に寄与していることが示唆された。鞍骨流域と堀内北沢流域を比較したところ、鞍骨流域では堀内北沢流域に比べて直接流出が発生しやすいことがわかった。1986年と2012年の堀内北沢流域の水流出の比較したところ、2012年には融雪に起因すると思われる流出ピークが早く、近年の冬季降水流出の早期化が示唆された。

キーワード：川上演習林、水位流量曲線、水収支流況曲線、気候変動

### 緒 言

気候変動による水循環への影響の解明を目的として、一級河川における水流出パターンの長期的な変化(Yamanakaら2012)、ダムの水位データの長期変動(Shinoharaら2009)、流域スケールでの将来予測(佐藤ら2009)など数km<sup>2</sup>を超える空間スケールを対象とした定量的な評価が行われている。こうした研究によって得られた知見を検証するためにも、源流域などを利用して時間分解能の高い観測に基づく定性的な評価も必要であると考えられる。

川上演習林内には鞍骨流域、堀内北沢流域の2流域が設定されており、それぞれの流域特性に応じた水文観測が行われてきた。鞍骨流域では十数年来、階段状河床地形の形成に関する研究が行われてきた(眞板1996; 秋山ら2001;

中村ら2008)。堀内北沢流域では、源流域における水文プロセスの解明を目的とした研究が多数行われてきた(辻村ら1991; Tanaka and Tsujimura 1999; Kasdiら2005)。これらの研究は、日単位または1時間単位程度の高い時間分解能での観測に基づいており、それによって詳細な地形プロセス、水文プロセスの知見が蓄積している。川上演習林における観測を継続的に行うことで、気候変動に関する既往研究に対する検証のためのデータ、あるいは大きなスケールでは感知できない環境変動に関する知見を得ることができると考えられる。

本稿では、川上演習林を対象とした2011年9月1日から2012年8月31日までの1年間の観測結果を報告する。本稿では、今後の研究計画立案に資するため、通常の研究論文では取り扱いきれない観測方法のより詳細な記述や観測結果

\*連絡者：脇山義史 陸域環境研究センター  
305-8577 茨城県つくば市天王台1-1-1  
電話：029-853-2533 E-mail：wakiyama@suiri.tsukuba.ac.jp

の検証などに比較的多くの紙面を割いた。合わせて、現地における既往研究ではあまり触れられなかった、1水年での水収支、鞍骨流域・堀内北沢流域の流出応答の相違について、速報的に記述を行った。さらに、気候変動による水循環の影響とその要因について予察するため、堀内北沢流域における過去の水流出データと本研究で得られたデータの比較を行った。

### 調査方法

調査対象は川上演習林内の鞍骨流域と堀内北沢流域の2流域である(図1)。川上演習林は八ヶ岳連峰の南東、千曲川の源流に位置する。面積は190haであり、標高は1350mから1790mの範囲にある。比較的高標高域に位置していることは川上演習林のひとつの特徴であり、全国大学演習林協議会の水文データベースに対象流域として記載されている中では、東京大学が保有する秩父演習林について2番目に高い地点に位置している([http://forester.uf.a.u-tokyo.ac.jp/~kuraji/univ\\_for\\_exp\\_list.html](http://forester.uf.a.u-tokyo.ac.jp/~kuraji/univ_for_exp_list.html))。地質は新第三紀火山岩類を基岩としており、土壌は褐

色森林土が発達している。内陸性の冷涼寡雨・寒冷少雪な気候条件下にあり、林内にある総合気象の観測データによれば、2001年から2011年の期間のうち、欠測のなかった年の年間降水量は1062~1810mmであり、年平均気温は6.5~7.4℃である。年間で気温が最低となる1月または2月には、月間平均値は-7.1~-3.6℃である。冬季には低温かつ少雪のため、土壌凍結が観測される(内田ら1992;濱田・田中2010)。濱田・田中(2010)の1996年から2003年までの7年間の観測結果によれば、年最大積雪深は0cmから70cm程度、年最大土壌凍結深は数cmから20cm程度である。

鞍骨流域は、流域面積38.8ha、標高1440~1786mの範囲にある。標高1550m地点から上流域は急峻な地形を示し、それより下流は緩やかで堆積土層が厚い(中村ら2008)。堀内北沢流域は、流域面積14.4ha、標高は1500~1680mの範囲にある。植生はミズナラを主体とした落葉広葉樹林とカラマツの植栽林からなり、林床にはミヤコザサが密に繁茂している(辻村ら1991)。両流域には流域末端に、Vノッチ型直角三角堰が設置されており、量水堰近傍の観測

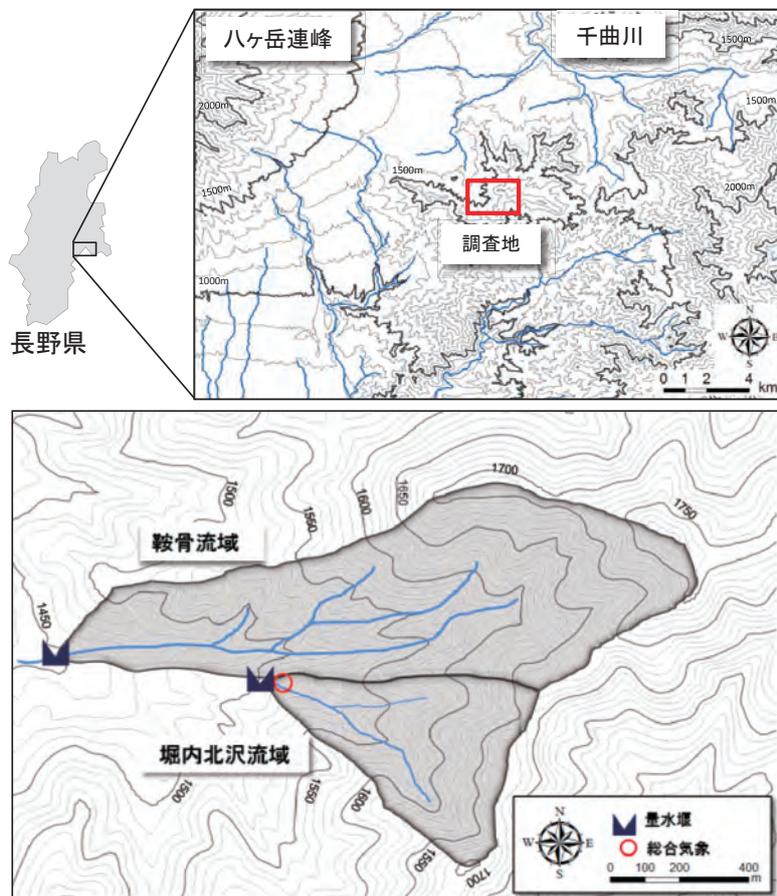


図1 川上演習林の位置図と鞍骨流域と堀内北沢流域の地形図

小屋には商用電源が付設され、電力が供給されている。

水流出の観測は各流域下端に設置された量水堰を利用して行った。データロガー付き静電容量式水位計 (TruTrack社製、SE-TR/WT500) を量水堰の水位観測箇所に設置し、水位 (mm) を10分間隔で記録した。冬季には堰の結氷が予想されたため、商用電源を利用して、2011年12月から2012年4月の期間、屋外用作業灯 (HATAYA製 RY-200型 110V 200W) を設置して、流出口と水位観測箇所を照射・加温することで結氷を予防した。この屋外用作業灯への送電には、防雨型延長コードを使用し、コードを固定して極力水濡れを予防した。降水量データは、筑波大学農林技術センターが管理する川上演習林内の総合気象観測地点 (総合気象) で観測されたデータを用いた。量水堰の検定のため、両流域において容積法で流量の実測を行った。ストップウォッチで時間を計測しながら、堰の流出口から出てくる水を70Lポリバケツで水を受け、その水の量を計量した。ポリバケツに入った水の量を計測時間で除することによって、流量の実測値とした。

## 結果および考察

### 1 水位—流量曲線

図2に流量観測による越流水深と流量の関係を既往研究で使用された水位—流量曲線とともに示した。鞍骨流域では中村ら (2008)、堀内

北沢流域では田中ら (1988) によって、下記の沼知・黒川・淵沢の式 (土木学会1974) による直角三角堰の公式が使用されており、本研究でもこの式を採用した。

$$Q = 0.01Ch^{5/2} \quad (1)$$

$$C = 1.354 + \frac{0.004}{h} + \left( 0.14 + \frac{0.2}{\sqrt{D}} \right) \left( \frac{h}{B} - 0.09 \right)^2 \quad (2)$$

ここで $Q$ は流量 (l/sec)、 $h$ は越流水深 (m)、 $C$ は流出係数、 $B$ は堰の幅 (m)、 $D$ は堰底面よりVノッチ底までの高さ (m) である。鞍骨流域では $D$ 、 $B$ としてそれぞれ0.245、2.5mを用いた。中村ら (2008) では $D$ は0.25mと記載されていたが、実測したところ0.245mであったため、 $D=0.245$ を採用した。堀内北沢流域では、田中ら (1988) に従って、 $D$ 、 $B$ として、それぞれ0.338、1.4を用いた。

(1)、(2)式によって得られる計算値  $Q_{Cal}$  (l/sec) を説明変数として、容積法によって得られた実測値  $Q_{Mes}$  (l/sec) との関係切片0の回帰直線として表すと、以下の式が得られた。

$$\text{鞍骨流域: } Q_{Mes} = 1.07 Q_{Cal} \quad (r^2 = 0.989, n = 8) \quad (3)$$

$$\text{堀内北沢流域: } Q_{Mes} = 1.07 Q_{Cal} \quad (r^2 = 0.995, n = 8) \quad (4)$$

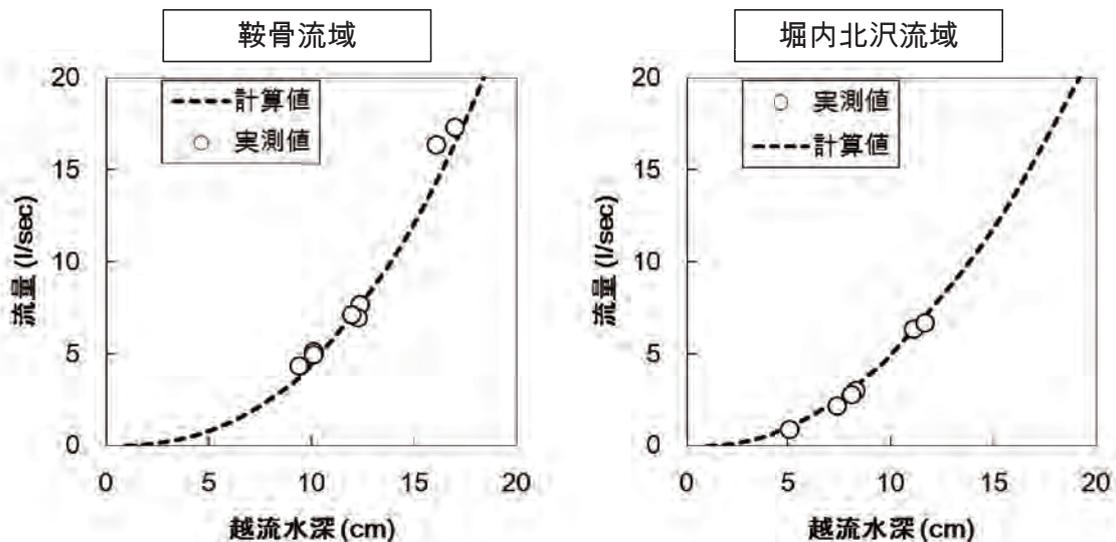


図2 鞍骨流域、堀内北沢流域の量水堰における越流水位と流量の関係  
横軸は越流水深を示している。白丸が実測流量、破線が(1)、(2)式によって得られる水位流量曲線を示している。

いずれの流域においても、決定係数は高い値を示すものの、直線回帰式の傾きは1.07であり、計算式では流量が過小評価される結果となった。この理由としては、高水時の流量観測において実測値に誤差が生じた可能性が考えられる。例えば、鞍骨流域では水位が高かった6月28日と7月29日に流量観測を行ったが、70Lポリバケツでは容量が小さく、計測時間も最大で2.12秒と短く、十分な計測時間が確保できたかについては疑問が残る。今後、高水位時に容量の大きな容器を用いて流量を測定するなどして、検証を行う必要がある。ただし、いずれの流域でも、実測値が計算値を上回っていることから、堰の劣化による漏水は顕著ではないと考えられる。以上のことから、本稿では、(1)、(2)式を用いて、観測水位を流量に変換することとした。さらに得られた流量は流域間の比較を容易とするため、それぞれの流域の流域面積で除して、流出高 (mm) に変換した。

## 2 データおよび観測方法の検証

図3に総合気象における日降水量と鞍骨流域、堀内北沢流域における日流出高の時系列変化を示す。図中に示すように、欠測扱いとした期間がある。これらの時間変動や傾向を示す前に、まずこれらの欠測値について多少の説明を加え、観測に際しての留意点を示す。

まず、9月には高強度の降水イベントにより、9月1日から5日にかけて台風12号にともなって、積算で216.5mmの降水が観測され、堰内での土砂の堆積が見られた。図4は、降水イベント後の9月6日に両流域の量水堰において撮影された写真である。両流域とも堰が満砂しており、Vノッチの下端近くまで土砂が堆積していた。また、鞍骨流域の堰では土砂の堆積により、落とし板の下の通水部分が閉塞していた。堀内北沢流域の堰では落とし板が外れていた。

土砂の堆積をうけて、10月23日に鞍骨流域、

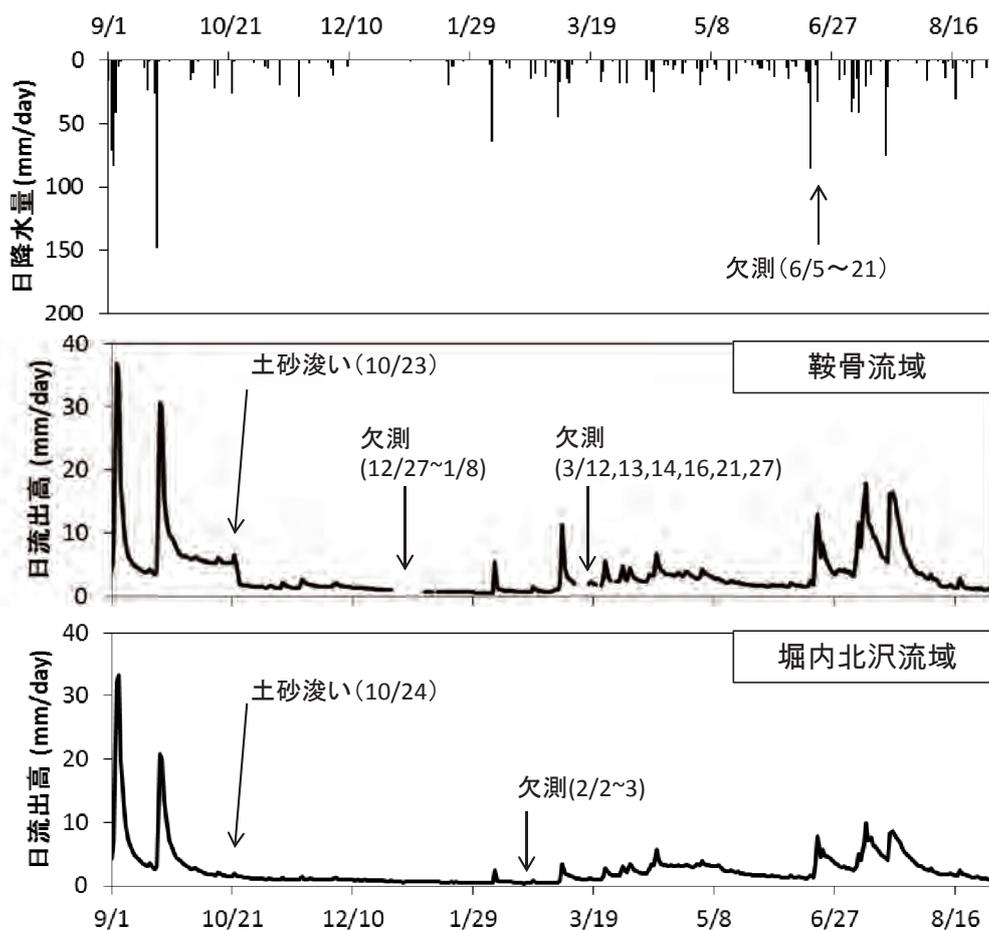


図3 日降水量 (a) と鞍骨流域、と堀内北沢流域における日流出高の時系列変化  
鞍骨流域では12月27日から1月8日、1月13日、3月12、13、14、16、21、27日、堀内北沢流域では2月2、3、4日に水位に異常値が観測され欠測とした。降水量は6月5日から21日かけて、川上演習林の総合気象の観測停止にともなう欠測が見られたため、(5)式によって補完した。

10月24日に堀内北沢流域の堰の土砂浚いを行ったところ、図3に見られるように鞍骨流域においては水位の低下が見られた。一方で、堀内北沢流域においては、土砂浚いの前後で水位の変化は見られなかった。

両流域における土砂堆積の影響の違いが何に起因するものか検討するため、土砂浚いの前後



図4 9月6日に撮影した量水堰と水位観測点入口の落とし板の様子  
上段が鞍骨流域、下段が堀内北沢流域の写真であり、それぞれ、左が満砂した堰の様子、右が水位観測点入口の落とし板の様子を示している。両流域とも堰が満砂しているが、鞍骨流域の堰では土砂の堆積により、落とし板の下の通水部分が閉塞していた。堀内北沢流域の堰では落とし板が外れていた。

のハイドログラフを確認した(図5)。土砂浚いを行う前日に降水が観測され、両流域とも複数の流出ピークが見られる。堀内北沢流域ではそれぞれ流量増加速やかに逓減しているのに対して、鞍骨流域では階段状に上昇し逓減も比較的緩やかである。また、土砂浚い前の無降雨期間には、逓減は見られず、土砂浚い後には逓減が見られるようになった。これに対しては、堀内北沢流域では土砂浚い前の無降雨期間にわずかながら逓減が見られた。

これらの結果から、鞍骨流域では水位観測点周辺の土砂堆積によって越流水深が過大評価されたことが考えられる。越流水深が過大評価された原因としてはいくつか考えられるが、ひとつの可能性として、水位観測点周辺で水のプールが形成されていたことが考えられる。前述したように、落とし板の下の通水部分が土砂堆積によって閉塞していた。このため、堰の本流の部分と水位観測点との水交換が阻害され、水位観測点内に排水されない水が高い水位を保ったままプールとして残ったことが考えられる。

降水時には越流水深の上昇が見られたが、この際には、落とし板の隙間から水位観測点に水が流入したと考えられる。鞍骨流域の落とし板は複数の木製の板から成っており、それぞれの板の間には数mmの隙間があり、水の流入は可能である。逆に逓減時には主に落とし板の隙間からのみ排水されるため、水位が高止まりするか、排水されたとしても緩やかになり、水位が

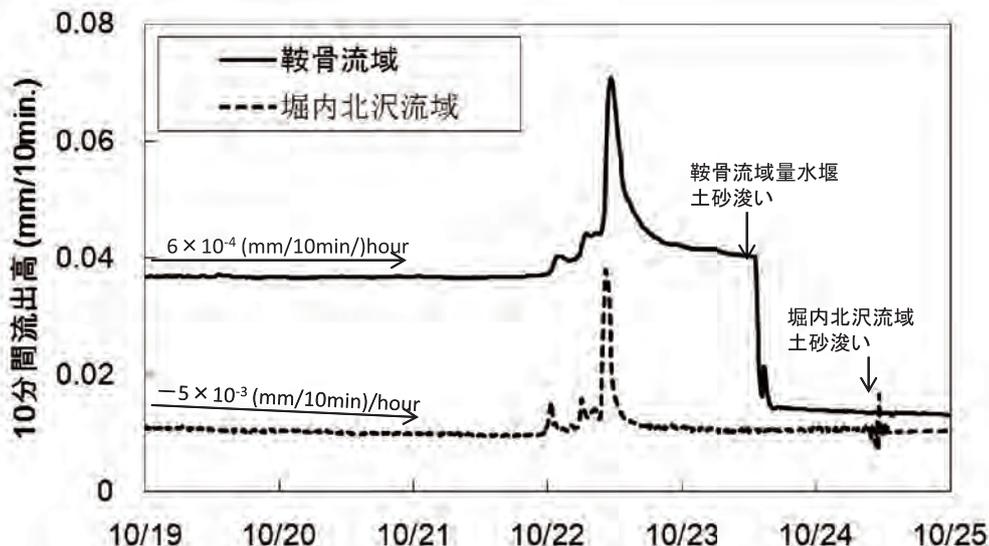


図5 10月19日から10月25日の鞍骨流域・堀内北沢流域における10分間流出高の時系列変化  
土砂浚いは、鞍骨流域では10月23日13時頃から4時間程度、堀内北沢流域では10月24日9時頃から3時間程度から行った。10月17日0時から10月22日0時までの10分間流出高の変化割合は、鞍骨流域で $6 \times 10^{-4}$  mm/10min/hour、堀内北沢流域で $-5 \times 10^{-3}$  mm/10min/hourであった。

高く保たれたと考えられる。このようなプールが形成された可能性のほかには、堆積した土砂が水位計に接触しており、その高さが水位として観測され続けた可能性も考えられる。いずれにせよ原因を明確に示すことは難しいが、今後の対策として、落とし板に複数の穴をあけるなどして土砂堆積時であっても、通水を確保する工夫が必要であろう。

一方で、堀内北沢流域では土砂浚い後にもほとんど流出高は変化しておらず、土砂堆積の影響を受けなかったと考えられる。堀内北沢流域では、水位観測点周辺に著しい土砂の堆積は見られず、流出口の水位と同じ水位が観測されていることが目視でも確認された。では、水位が観測されていれば流量観測には問題ないのか？これを確かめるために(2)式における $D$ の値が土砂堆積によって低下したことを仮定して、両流域とも(2)式に $D=0.01$ を代入して流量を求めた。その結果、通常の状態(鞍骨流域で $D=0.245$ 、堀内北沢流域で $D=0.334$ )での流量と比較した場合、 $D=0.01$ の時には流量を最大でも1%上回る程度であった。これらのことから、土砂堆積が著しい場合でも、水位が正確に計測されている限り、計算上は流量および流出高には大きな誤差は生じないと言える。

冬季の観測に際して、12月4日から流出口に屋外用作業灯を1機設置したが、12月下旬から1月上旬にかけて流出口および水観測箇所に結氷が見られた。鞍骨流域では結氷が見られた12月27日から1月8日にかけて異常に低い水位が記録されていたため、この期間は欠測とみなした。これを受けて、流出口の屋外用作業灯を1機増設して2機とした(図6)。水位観測地点の屋外用作業灯を水位観測点の落とし板に取り付けることで、より近くから照射できるように位置替えを行った。これ以降、流出口と水位観測点の結氷は見られなかった。その後、堰の結氷が見られた3月2日に両流域で流量観測を行ったが、計算値と実測値の間に大きな差はなかった。2月7日には降雨によると考えられる急激な流量の増加が観測され、1日のうちに越流水深が20cm上昇していた。この後、2月15日に現地を訪れた際は、屋外用作業灯は消灯しておらず、またガードの部分にリターが付着していた。このことから、流量増加によって作業灯が浸水したが、作業灯は動作していたと考えられた。したがって、冬季に観測されるような短時間の浸水であれば漏電・消灯することな



図6 冬季の量水堰の様子

(鞍骨流域量水堰：2012年2月15日撮影)

12月下旬から3月下旬にかけて堰の結氷が見られたため、流出口に2機(12月4日から1月13日までは1機)の屋外用作業灯を設置し、照射・加温した(左上)。水位測定点も屋外用作業灯で設置し、照射・加温した(右上)。流出口の様子(左下)、ガードに付着したリター(右下)。

く、問題なく観測に使用できると考えられる。これらのことから、屋外用作業灯3機を使用し照射・加温をすることにより、流出口と水位観測点の結氷の防止し、適正に観測ができると考えられる。

しかし、冬季には堰の結氷に由来しない欠測も見られた。鞍骨流域では1月13日、3月12、13、14、16、21、27日、堀内北沢流域では2月2、3、4日に水位の測定値が異常に低かったり、降水や融雪による水流出が考えにくい状態で不安定な変動が見られたりした。欠測が見られた日の平均気温はいずれも氷点下であったことから、欠測の原因として低温に起因する水位計の出力の低下が考えられた。この点については、原因が明らかではないが、可能であれば、複数の水位計を設置するなどの対策が必要であると考えられる。

6月5日から21日までの期間中には川上演習林内での総合気象での観測が停止し、データが得られていなかった。この欠測を補足するため、川上演習林に直近のアメダス野辺山のデータを活用した。6月中の欠測期間中におけるアメダス野辺山の1時間降水量 $R_{Nobe}$ と川上総合気象の1時間降水量 $R_{kawa}$ との間で以下の回帰式が得られた。

$$R_{kawa} = 0.9184 \times R_{Nobe} \quad (r^2 = 0.728, n = 333) \quad (5)$$

決定係数としては低い、相関自体は有意であるため、(5)式を用いて6月の降水量の欠測値を補完することとした。

### 3 水流出の時間変動

本節では、前節と同様に図3を用いて時間変動パターンについて記述する。9月1日から5日にかけて台風12号にともなって、積算で216.5mmの降水が観測された。この期間で、鞍骨流域では年間最大日流出高36mm/dayが観測され、積算で111mmの流出高が観測された。同様に堀内北沢流域では年間最大日流高33mm/dayが観測され、積算で109mmの流出高が観測された。同様に9月20日から23日にかけて台風15号にともなって、両流域において流出高が大きかった。台風以降12月初旬までは大きな降水イベントはなく、急激な水流出は

観測されず、冬季に向かって流出量が減少し続けた。12月下旬から1月にかけて降水量は少なく、この間に水流出量は最低の値を示した。1月は下旬から降水が観測されていたが、流出ピークは見られなかったことから、1月の降水はほとんどが積雪として保存されたと考えられる。2月以降は降水と同時に流出ピークが見られたことから、融雪もしくは降雨にともなう水流出が起こったと考えられた。3月以降はとくに流出ピークが顕著となり、ピーク発生後に流出高の逡減が明瞭ではなく、流出ピークごとに流出高全体が上昇する傾向が見られた。4月から5月にかけては、流量ピークは明瞭ではないものの、水流出量が全体的に高い値を示した。

### 4 年間水収支

表1に月別の積算降水量、各流域の積算流出

表1 月別の降水量と鞍骨流域、堀内北沢流域における流出量および流出係数

月	降水量 (mm)	鞍骨流域		堀内北沢流域	
		流出高 (mm)	流出係数 <sup>*1</sup>	流出高 (mm)	流出係数 <sup>*1</sup>
9	421	264 <sup>*2</sup>	0.63	265	0.63
10	87	66	0.76	59	0.68
11	60	48	0.80	32	0.53
12	25	39 <sup>*3</sup>	1.60	27	1.10
1	31	22 <sup>*3</sup>	0.71	19	0.60
2	113	27	0.24	18 <sup>*4</sup>	0.16
3	147	80 <sup>*5</sup>	0.55	44	0.30
4	98	103	1.10	91	0.92
5	97	74	0.76	74	0.76
6	186 <sup>*6</sup>	101	0.54	77	0.42
7	283	243	0.86	165	0.58
8	97	56	0.58	58	0.60
合計	1642	1163	0.71	928	0.57

\*1 流出係数は流出高を降水量で除して求めた。

\*2 9月4日から10月23日までを欠測期間とし、9月1日から10月31日の欠測期間以外の期間について鞍骨流域の1時間流出高を従属変数、堀内北沢流域の1時間流出高を説明変数とする回帰式を求め、その式に堀内北沢流域の1時間流出高を代入して、鞍骨流域の1時間流出高を算出・補完した。

\*3 \*2の方法で補完。12月28日から1月8日が欠測期間。12月1日から1月31日のデータを回帰式作成に用いた。

\*4 2月2日から4日にかけて欠測が見られたため、2月1日と2月5日の平均値をこの期間の流出高として、代入した。

\*5 \*2の方法で補完。3月12, 13, 14, 16, 21, 27日のうちそれぞれ数時間欠測していた。3月1日から3月31日のデータを回帰式作成に用いた。

\*6 6月5日から21日にかけて、総合気象の観測システムが停止したため、この期間の降水量は、アメダス野辺山の1時間降水量と総合気象の1時間降水量との回帰式(5)式によって求められる値を代入した。

高および流出係数を示した。欠測が多かった鞍骨流域については、各欠測期間の前後の期間について、堀内北沢流域の1時間流出高を説明変数とする回帰式を求め、その式を用いて欠測期間中のデータを補完した。年間の降水量は1642.3mmであり、流出量は堀内北沢流域で928mm、鞍骨流域で1163mmであった。月別に見た場合、全体的に鞍骨流域で流出量が多いが、両流域で変動パターンはほぼ同じであった。台風が通過した9月に降水量は最大、次いで7月、6月の順であり、暖候期に降水量が多い。降雪が見られた12月から3月のうち、12月、1月には降水が少なく、2月、3月に多かった。

流出高は降水量が大きいほど大きくなる傾向が見られ、流出係数は0.4から寒候期には両流域とも2月に最3月に最も大きく、次いで2月に大きかった。流出高は、夏季には降水の多い月に大きくなる傾向が見られるが、12月から2月にかけては降水量に関わらず流出量が小さく、4月、5月に降水量に比べて流出量が大きくなる。

流出に関しては、4月、5月に高い流出係数が見られている。4月上旬には現地に積雪がほとんど見られなかったことから、このことから堀内北沢流域では冬季に涵養された降水が4月、5月に時間をかけて緩やかに流出したと考えられる。

流出係数について既往研究と比較すると、鈴木(1988)における温暖寡雨な竜の口試験流域では、流出係数は0.37と低い値を示した。一方、金子ら(2010)による積雪地森林流域における年間の流出係数は0.6~0.8の値を示している。これらの値と比較すると、本研究における流出係数0.71と0.57はこれらの中間の値であった。

### 5 流況曲線

図7に、鞍骨流域、堀内北沢流域における流況曲線を示した。流況曲線作成にあたっては、各流域の地域性や気象条件に考慮して水年開始日時を決定するが、今回はデータ不足のため、便宜的に観測開始日の9月1日を水年開始日とした。鞍骨流域では、最大流量は36.9mm/day、豊水流量は3.23mm/day、平水流量は1.86mm/day、低水流量は1.34mm/day、渇水流量は0.633mm/dayであった。堀内北沢流域では、最大流量は33.2mm/dayであり、豊水流量は3.09mm/day、平水流量は1.59mm/day、低水流量は0.972mm/day

day、渇水流量は0.484mm/dayであった。

流況曲線の形状や各指標となる日流量について、地形・地質・土壌・植生・降水量などの影響について様々な形で検討が行われており(地頭菌・竹下1987;1988;李1991;真板ら2008)、とりわけ地質が重要な因子であることが指摘されている(地頭菌・竹下1987;1988;真板・鈴木2008)、地質に基づいて日本全国の流域を分類し、流況曲線を評価した地頭菌・竹下(1987)では、第三紀火山岩類の地質で年間降水量1500mm程度の流域では平均的に豊水流量3.0mm/day、渇水流量0.7mm/day得られることを示している。これらの値を比較すると、本研究における両流域の結果も概ね一致している。

降水量によっても流況曲線の形状や指標となる各日流出高は変動する(劉ら2008)。さらに、流況曲線については水年開始日の検討が必要である(稲葉ら2007)。前節の水収支と合わせて、流域特性をより正確に把握するためには、通年観測の継続が必要であろう。

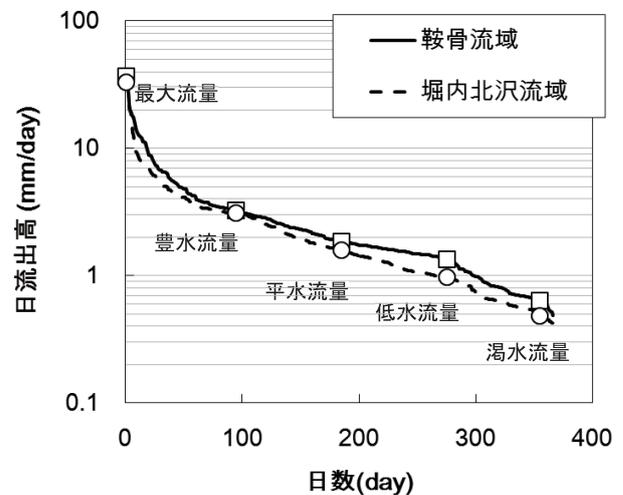


図7 鞍骨流域および堀内北沢流域における流況曲線  
水年開始日は観測開始の9月1日とした。2012年はうるう年であるため、横軸の最大値は366日である。鞍骨流域では、最大流量は36.9mm/dayであり、豊水流量(95日流量)は3.23mm/day、平水流量(185日流量)は1.86mm/day、低水流量(275日流量)は1.34mm/day、渇水流量(355日流量)は0.633mm/dayであった。堀内北沢流域では、最大流量は33.2mm/day、豊水流量は3.09mm/day、平水流量は1.59mm/day、低水流量は0.972mm/day、渇水流量は0.484mm/dayであった。

## 6 鞍骨流域・堀内北沢流域における流出応答の比較

図8に鞍骨・堀内北沢流域におけるイベント降水量と直接流出の比較を行った。直接流出を評価するにあたって、Hewlett and Hibbert (1967) に従ってQuick flowとDelayed flowの

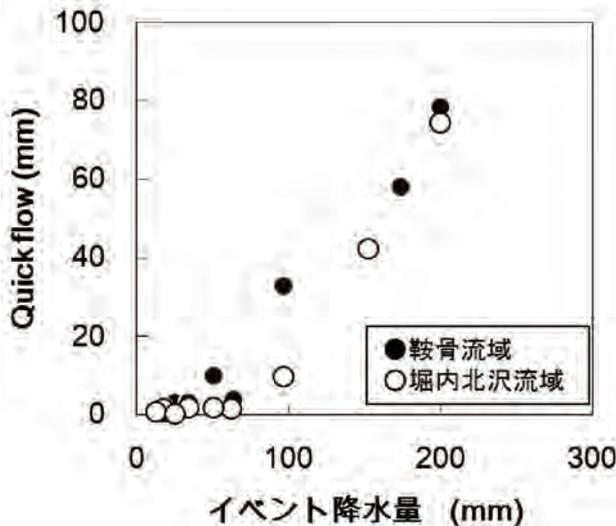


図8 鞍骨流域と堀内北沢流域におけるQuick flowとイベント降水量の関係の比較

Quick FlowはHewlett and Hibbert (1967) に基づき、降水イベント中にDelayed flowが一定割合で上昇することを仮定し、各時間の流出量からDelayed flowを差し引いた値をQuick flowとした。イベント降水量は、降水開始から、流出のピーク後の逡減時にDelayed flowが流出量を上回る時間までの間の積算降水量とした。

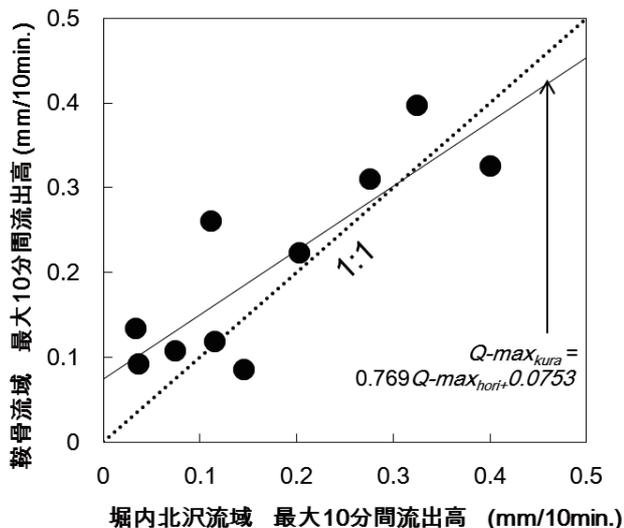


図9 鞍骨流域と堀内北沢流域における最大10分間流出高の関係

図中の実線は直線回帰式(6式)、破線は1対1の線を示している。

分離を行った。降水イベント中にDelayed flowが一定割合で増加することを仮定し、各時間の流出量からDelayed flowを差し引いた値がQuick flowとなる。両流域とも、イベント降水量が少ない場合は、Quick flowも少ないが、ある閾値を超えるとQuick flowが増大する傾向が見られる。流域ごとに見ると、鞍骨流域では50mm程度、堀内北沢流域では100mm程度で急激に直接流出量が増加する傾向が見られる。このことから鞍骨流域の方が、より少ない雨で直接流出が発生しやすいことが示唆される。

図9に、鞍骨流域と堀内北沢流域において同じ降水イベント内に観測された最大10分間流出高を比較した。両流域における最大10分間流出高の関係は下記の直線回帰式によってあらわされる。

$$Q\text{-Max}_{Kura} = 0.769 Q\text{-Max}_{Hori} + 0.0753$$

$$(r^2 = 0.710, n = 10) \quad (6)$$

ここで、 $Q\text{-Max}_{Kura}$ は鞍骨流域における降水イベント時の最大10分間流出高(mm/10min.)、 $Q\text{-Max}_{Hori}$ は堀内北沢流域における降水イベント時の最大10分間流出高(mm/10min.)である。10分間最大流出高が0.3mm/10min.程度の降水イベントであれば、鞍骨流域で流出ピークが高くなる傾向にある。また、図中の点の分布を見ると、基本的には1対1の線に沿って分布しているものの、10点中8点は1対1の線より上に分布している。各天における鞍骨流域と堀内北沢流域における最大10分間流出高の比( $Q\text{-Max}_{Kura} / Q\text{-Max}_{Hori}$ )を平均すると1.62であり、同じ降水イベントでは鞍骨流域で流出ピークが高くなることを示唆している。図8、図9の結果を総合すると、鞍骨流域では堀内北沢流域に比べて、より速やかな流出応答を示すことがわかる。

## 7 1986年と2012年の堀内北沢流域における水流出の比較

表1に示されたように、4、5月には冬季降水が流出に寄与することが示唆された。冬季降水の挙動を把握することは、気候変動の影響を考える上で重要な課題である。堀内北沢流域では田中ら(1988)によって1986年の日流量の数値データが示されており、本研究とも比較が可能である。そこで、1986年と2012年の3月下旬から5月末までの流出高の比較を試みた

(図10)。気象データは1986年には川上演習林における気象データがないため、両年ともアメダス野辺山の降水量、日平均気温を比較した。まず流出高を見ると、最大値は1986年では4月28日、2012年では4月14日に観測されており、2012年で流出ピークが早い。流出ピークだけでなく、期間全体を見ると、2012年では流出高の増加と減少のタイミングが1986年に比べて、1週間から10日ほど早い。このことから、融雪の時期が早期化している可能性も考えられる。

しかし、この期間では両年に日平均気温違いはほとんど見られない。しかし、降水量に関しては、1986年では3月下旬から4月上旬にかけての降水量が少ないのに対して、2012年では4月上旬に20mmを超える降水が3回観測されているというように違いが見られる。データがないため想像の域を出ないが、2012年には融雪期に降雨が発生することで融雪が促進された可能性が考えられる。

融雪の時期やその規模は融雪期前のどれだけ

雪が残っているかによって規定されることを考えると、厳冬期からの積雪水当量の追跡も重要であろう。Yamanakaら (2012) は中部山岳地域内の一級河川の流量データと気象データとの関係性を調べ、1月の気温が高いほど、融雪による流出ピークが表れる日が早いことを示した。彼らの解析では、川上演習林が位置する千曲川水系では1月の気温と流出ピークの時期に明瞭な関係性は見られなかったものの、冬季降水の流出ピークの時期の変化を考える上で有効な指標となると考えられる。そこで、1月のアメダス野辺山での日平均気温を比較すると、1986年では $-7.0^{\circ}\text{C}$ 、2012年では $-6.7^{\circ}\text{C}$ と2012年で高い。このことはYamanakaら (2012) の結果と符合するように思われる。気候変動の影響を鑑み、冬季降水の挙動を把握するためには、前述のように降雨の発生時期に加えて、厳冬期の気象条件を考慮する必要があると考えられる。

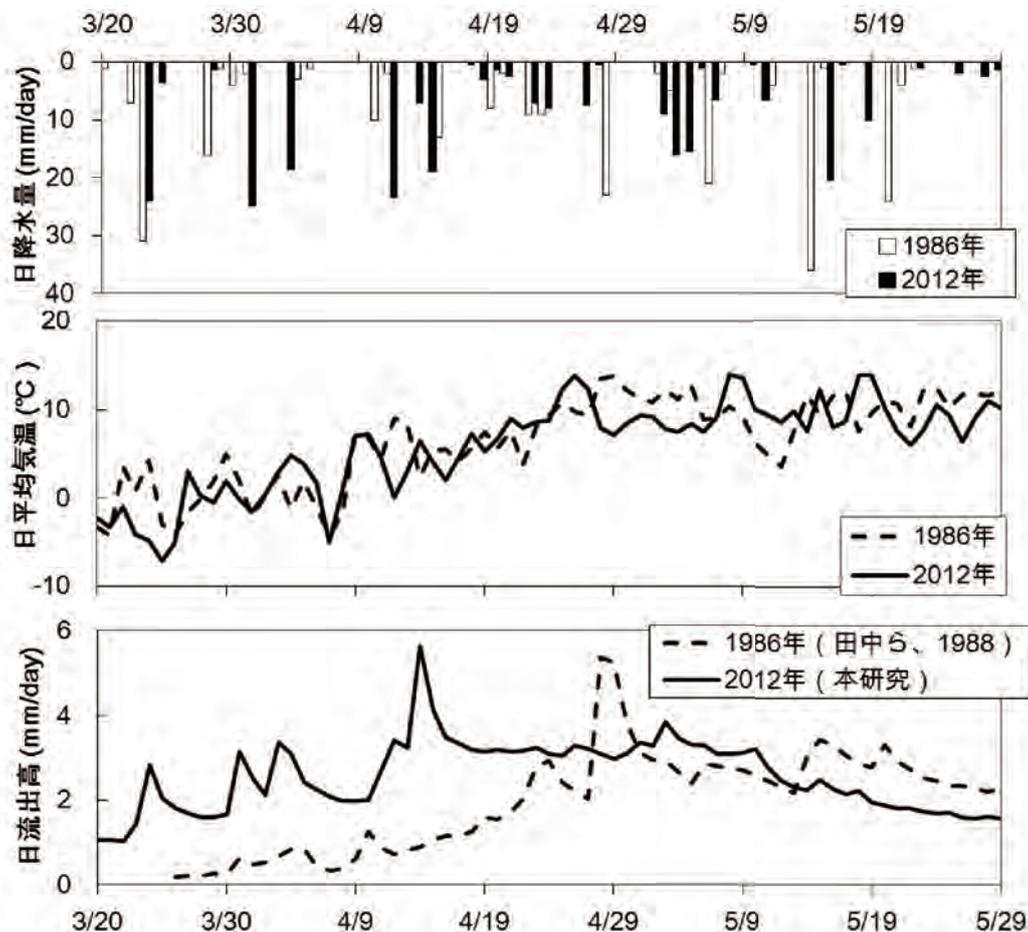


図10 1986年と2012年における降水量、日平均気温、堀内北沢流域における日流出高の時間変動  
降水量、日平均気温はいずれの年もアメダス野辺山のデータを用いた。1986年の流出高は田中ら (1988) から引用した。

## 結 言

川上演習林内の鞍骨流域および堀内北沢流域において、2011年9月1日から2012年8月31日までの1年間、水文観測を行った。その結果、以下の知見を得た。

- (1) 鞍骨流域、堀内北沢流域ともに直角三角堰の公式を使用することで、適正に流量を算定できることが確認された。ただし、鞍骨流域における高水位時の流量については再検証が必要である。
- (2) 台風等の高強度の降水イベント時には堰の土砂堆積が発生し、越流水深の過大評価により流量および流出高が過大評価される場合がある。しかし、土砂が堆積した場合であっても、越流水深が正確に測定されていれば流量および流出高に大きな誤差は生じないと考えられる。冬季には、屋外用作業灯で流出口および水位観測点を照射・加温することによって観測が可能である。ただし、異常値が記録されたため、複数の水位計を設置することが望ましい。
- (3) 年積算降水量1643mmに対して、年間流出量は堀内北沢流域では928mm、鞍骨流域で1163mmであった。月別に降水量・流出高について見ると、4、5月には降水量に比して、流出高が大きく、冬季降水が流出に寄与している可能性が示唆された。今回の結果を既往研究と比較した場合、流出係数や流況曲線も既往研究と同様の値であり、妥当な値と言える。今後、通年観測を継続することにより、水収支の年間差や流況解析に適した水年開始日の検討などが課題として挙げられる。
- (4) 降水イベント時の直接流出および最大10分間流出高を比較したところ、鞍骨流域と堀内北沢流域では、鞍骨流域の方が速やかな流出応答を示すことがわかった。
- (5) 堀内北沢流域では、1986年に比べて2012年には冬季降水の流出が全体的に早かった。この原因は明確ではないが、冬季降水の挙動を把握するためには、降雨の発生時期や厳冬期の気象条件を考慮する必要があると考えられる。

以上のように、本稿ではデータおよび観測方法の検証により観測上の課題を提示した。また、冬季降水の流出の早期化の可能性など、今後の研究を行う上で重要な示唆を得ることがで

きた。本稿で得られた知見を基に、観測方法の改善を図るとともに、提示された研究課題への取り組みが期待される。

## 謝 辞

本研究は、「中部山岳地域における環境変動の解明から資源再生をめざす大学間連携事業—地球環境再生プログラム—」の一部として実施した。量水堰の利用に際して、田中正筑波大学名誉教授(前職・筑波大学陸域環境研究センター教授)、眞板秀二氏(前職・筑波大学生命環境科学研究科准教授)に有意義なご助言をいただいた。また、堰の土砂浚いや総合気象の気象データの使用に際し、筑波大学農林技術センター技術職員 杉山昌典氏、井波明宏氏にご協力をいただいた。ここに記して謝意を表す。

## 引用文献

- 秋山智弘、眞板秀二、天田高白(2001) 山地溪流河床におけるstep-poolの構造の解析. 筑波大学農林技術センター演習林報告 17: 53-76.
- 土木学会編(1974) 水理公式集 昭和46年改訂版 255.
- 濱田洋平、田中正(2010) 冬季土壌CO<sub>2</sub>濃度の年々変動とそれに及ぼす気象条件の影響. 水文・水資源学会誌 23: 398-407.
- Hewlett JD and Hibbert AR (1967) Factors affecting the response of small watersheds to precipitation in humid areas. In Sopper, WE. and Lull HW., editor, Forest hydrology, New York: Pergamon Press, 275-290.
- 稲葉誠博、近藤観慈、沼本晋也、林拙郎(2007) 水年開始日の設定が低水・濁水流況解析に及ぼす影響—竜の口山森林理水試験地の場合—. 日本森林学会誌 89: 412-415.
- 地頭蘭隆、竹下敬司(1987) 山地河川の流況と流域条件との関係解析 II. 流域地質が流況に及ぼす影響. 鹿児島大学農学部演習林報告 15: 15-38.
- 地頭蘭隆、竹下敬司(1988) 山地河川の流況と流域条件との関係解析 III. 流域の地形・地質と流況の関係. 鹿児島大学農学部演習林報告 16: 61-81.
- 金子智紀、武田響一、野口正二、大原偉樹、藤枝基久(2010) 積雪地帯の近接したスギ人工林3小流域における流出特性の比較. 日本森林学会誌 92: 208-216.
- Kasdi S, Tanaka T, Hamada Y and Tsujimura M (2005) Defining hydrological evolution of streamflow through flowpath dynamics in Kawakami headwater catchment, Central Japan. Hydrological Processes 19: 1938-1965.
- 李憲浩(1991) 林相の経年変化が水流出特性に及ぼす影響. 東京大学農学部附属演習林報告 86: 77-178.
- 劉若剛、鈴木雅一、芝野博文、太田猛彦(1998) 山地流域の流況曲線に与える降雨の年々変動の影響. 日

- 本林学会誌 80 : 184-188.
- 真板英一、鈴木雅一 (2008) 森林植生の伐採が山地小流域の流況曲線に与える影響—流況の流域間変動に対する植生要因の大きさの検討—. 日本森林学会誌 90 : 36-45.
- 真板秀二 (1996) Sediment Waveの通過とStep-Pool河床の変形. 砂防学会誌 49 : 21-27.
- 中村和央、真板秀二、宮本邦明 (2008) 山地小流域溪流における階段状河床地形の形成・破壊の実態. 筑波大学農林技術センター演習林報告 24 : 1-36.
- 佐藤嘉展、森英祐、浜口俊雄、田中賢治、小尻利治、中北英一 (2009) 気候変動に対する先行適応のための流域スケールでの洪水および渇水リスク評価. 京都大学防災研究所年報 52 : 537-586.
- Shinohara Y, Kumagai T, Otsuki K, Kume A and Wada N (2009) Impact of climate change on runoff from a mid-latitude mountainous catchment in central Japan. Hydrological Processes 23 : 1418-1429.
- 鈴木雅一 (1988) 山地流域の流出に与える森林の影響評価のための流況解析. 日本林学会誌 70 : 261-268.
- 田中正、黒田吉雄、海上道雄、高山茂美 (1988) 川上演習林堀内北沢流域 (川上試験流域) の水文観測システム. 筑波大学農林技術センター演習林報告 4 : 173-185.
- Tanaka T and Tsujimura M (1999) Integration of tracer techniques and hydrometric approaches in catchment hydrology : research on hydrological processes in the Kawakami experimental basin, central Japan. IAHS publications 258 : 135-141.
- 辻村真貴、田中正、島野安雄 (1991) 川上試験流域における浸潤能と浸潤後の流動経路について. 筑波大学農林技術センター演習林報告 7 : 137-161.
- 内田煌二、真板秀二、伊藤香里、黒田吉雄 (1992) 高海拔山地の南・北斜面の立地環境に関する研究 (I) —林地の土壤凍結と気象・地形条件の関係—. 筑波大学農林技術センター演習林報告 8 : 107-122.
- Yamanaka T, Wakiyama Y and Suzuki K (2012) Is snowmelt runoff timing in the Japanese Alps region shifting toward earlier in the year? Hydrological Research Letters 6 : 87-91.

# Hydrological Observation at Kawakami Instruction Forest. — Observation Results in 2011 and 2012. —

Yoshifumi WAKIYAMA<sup>1\*</sup> and Tsutomu YAMANAKA<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Terrestrial Environment Research Center, University of Tsukuba,  
Ten-nodai 1-1-1, Tsukuba, Ibaraki, 305-8577, Japan

## Abstract

Hydrological observations, from 1st on September in 2011 to 31st on August in 2012, were conducted at the Kurahone and the Horiuchi-kitasawa watersheds on the Kawakami forest. Based on observation results, following three findings associated with observation methods of discharge were obtained; 1) the calculus equation for triangular-notch weir can be used for converting water height into discharge, 2) use of three outdoor type work lamps ensure winter observations of discharge and 3) water height sensor can log abnormal values assumedly due to low temperature. The annual precipitation amount was 1621 mm and annual total discharge amounts of the Kurahone and the Horiuchi-kitasawa watersheds were 1163 (0.71 of discharge coefficient) mm and 928 mm (0.57 of discharge coefficient), respectively. Also, total discharge amounts in April and May were high relative to precipitation amounts, and it suggested the contribution of winter precipitation to discharge of these months. Comparison between the Kurahone and the Horiuchi-kitasawa watersheds revealed that quicker hydrological responses are found in the Kurahone watershed rather than the Horiuchi-kitasawa watershed. Furthermore, comparisons of discharge between 1986 and 2012 indicated that the discharge peaks of winter precipitation in 2012 was earlier than that in 1986 and it suggested that discharge of winter precipitation is shifting toward earlier in recent years.

**Key words:** Annual water balance, Discharge duration curve, Discharge-water height curve, Kawakami forest,

---

\*Corresponding Author: Yoshifumi WAKIYAMA Terrestrial Environment Research Center, University of Tsukuba  
Ten-nodai 1-1-1, Tsukuba, Ibaraki, 305-8577, Japan  
TEL: 029-853-2533 E-mail: wakiyama@suii.tsukuba.ac.jp



## 資料

# 日本の大学における農業工学教育の動向

本間 毅<sup>1\*</sup>・伊藤百世<sup>1</sup>・富田恵子<sup>1</sup>

柴原妹美<sup>1</sup>・瀧川具弘<sup>1,2</sup>・田島淳史<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> 筑波大学農林技術センター  
305-8577 茨城県つくば市天王台1-1-1

<sup>2</sup> 筑波大学生命環境系  
305-8572 茨城県つくば市天王台1-1-1

## 要 旨

筑波大学農林技術センターでは、日本の大学における農学教育の動向を調査する事を目的とし、1983年以降の農学関連学部におけるデータを収集し、農学教育データベース (AgBase) を作成してきた。本報告では、このAgBaseを用いて農学関連学部における農業工学教育の動向を解析した。農業工学関連学科は、1983年には32大学に設置されていたが、2011年には18大学に減少した。それらの大学の内、「農業工学科」は1983年には24大学に設置されていたが、1988年以降は1大学に存在するのみとなった。また、農業工学関連学科の学科名からは「工学」および「農業」が、また開講科目名からも「農業」および「機械」などが急速に減少した。これに対し、「環境」および「生物」を含む学科名、科目名が著しく増加した。このことから、農業工学教育が農業生産の効率化、労働負担の軽減、農業基盤造成を目的とした従来型の教育から、環境調和型生産のための教育へと質的に変化していることが示唆された。

キーワード：AgBase、農学教育、農業工学

## 緒 言

1877年（明治10年）に日本における最初の大学として東京大学が発足した。それ以来130年以上が経過したが、その間、大学を取り巻く社会・経済状況は時代とともに大きく変化し、社会が大学に期待する機能もまた変化してきた。特に、第二次世界大戦後の学制改革に伴い、1949年には新制大学が発足し、日本の大学教育は新たな時代を迎えた。1991年5月には大学設置基準が大綱化され、全国の大学で様々な改組あるいはカリキュラムの見直しが行われた。さらに2004年には国立大学の設置形態が独立行政法人化されたが、この制度変更もまた教育カリキュラムに影響を及ぼしていると考えられる。

この様に大学教育全体が大きく変化していることを受け、筑波大学農林技術センターでは大学における農学教育の動向を把握する事を目的として継続的にカリキュラムの調査および分析を行ってきた（比企・遠藤 1993、比企ら 2003、田島 2003、Tajima and Ito 2009、田島ら 2012）。そこで、本報告では日本の農学系学部を設置している大学の農学系学部における農業工学教育の動向を分析する事を目的とした。

## 方 法

本報告には筑波大学農林技術センターにおいて構築された1983年から2011年にわたる日本の農学系学部を設置している大学の農学関連

\*連絡者：本間 毅 筑波大学農林技術センター  
305-8577 茨城県つくば市天王台1-1-1  
E-mail：honma.tsuyoshi.ga@un.tsukuba.ac.jp

学部における教育カリキュラムに関するデータベース (AgBase) を用いた。AgBaseには、開講科目ごとに、年度、大学名、授業科目名、必修・選択の別、標準履修学年、単位数などの基本情報を入力した主テーブルに加え、サブテーブルに学部名、学科名(学類名)、コース名(学科内で専門性を基に設置されているコース、講座、専修、主専攻など)などの改組に関する情報も入力し、主テーブルと関連付けされている。2011年度末までに主テーブルに登録された総データ数は、685932件である。データの入力および分析にはMs-AccessおよびVBAを使用した。

まず、農学関連学部における改組に伴う全体的な学科名および開講科目名の変化を分析するために、学科名および科目名を構成する単語(主として2語単語)を抽出し、抽出された単語の出現回数を年度ごとに数えた。次に、学科およびコース名に「工学」または「機械」を含む学科(以後、農業工学関連学科)について同様の分析を行った。

分析にあたり、同一大学で複数の学科(コース)にまたがって開講されている共通科目および選択科目は一科目として数えた。なお、本研

究においては獣医学科における開講科目名は除外した。

### 結果および考察

本調査の対象となる農学関連学部を有する大学数、学部数は、1983年には47大学48学部であったが、その後、大学の設立ならびに各大学で改組あるいはカリキュラムの見直しが行われ、2011年は53大学61学部となった(表1)。図1および図2には、農学関連学部の学科名を構成している語のうち増減の著しいものを示した。学科名を構成している語に占める「農業」あるいは「農学」を始めとした従来の農学部における学科を示す名称の頻度は大きく減少した。これに対し、「科学」、「生物」および「環境」を含む学科の占める頻度は1980年後半から急速に増加した。

図3および図4に示したとおり、農学関連学部で開講されている科目のうち、科目名に「農業」、「家畜」および「機械」等が含まれる科目の数が減少したのに対し、「生物」、「環境」、「科学」等が含まれる科目は増加した。

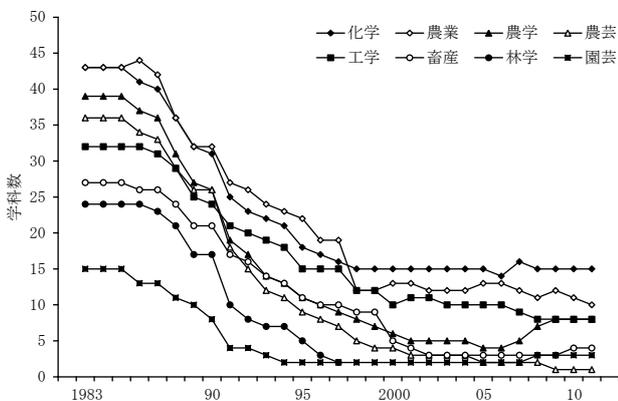


図1 学科名の構成語：使用数が減少した語

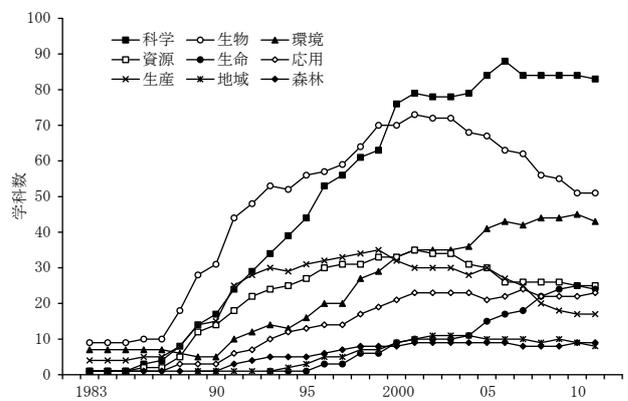


図2 学科名の構成語：使用数の増加した語

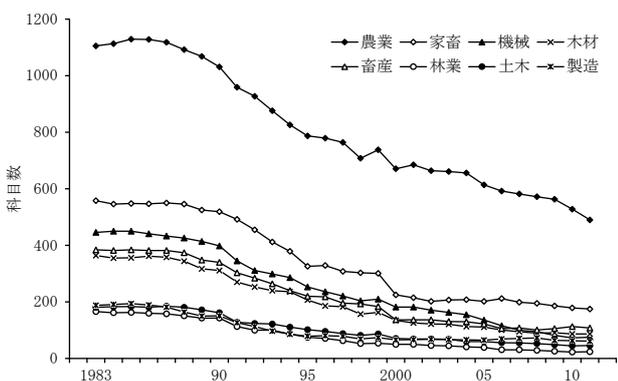


図3 農学関連学部開講科目の構成語 (減少傾向)

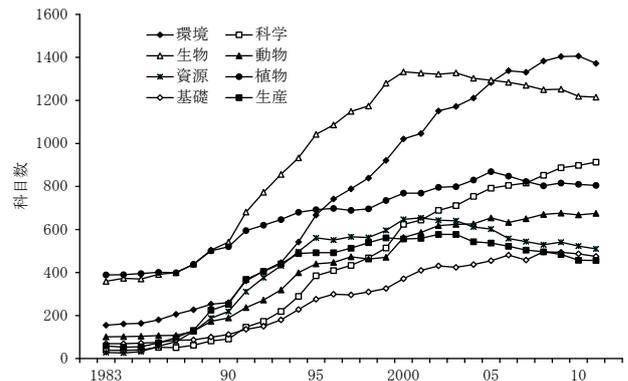


図4 農学関連学部開講科目の構成語 (増加傾向)

図5には、農業工学関連学科を設置している大学数の推移を示した。その結果、農業工学関連学科を設置している大学数は、1983年には32大学であったが、2011年には18大学に減少し、そのうち「農業工学科」は1983年には24大学に設置されていたが1998年以降には1大学に存在するのみとなった。

図6には、農業工学関連学科における学科名の構成語を示した。その結果、1980年代から1990年代に「工学」および「農業」の頻度は大幅に減少したのに対し、「環境」および「生物」の頻度は増加したが、「生物」については2000年以降、また「環境」においては2007年以降に減少に転じた。

図7および図8には、農業工学関連学科で開講されている科目名の構成語の変化を示した。その結果、「農業」および「機械」を含む科目名は急速に減少したのに対し、「環境」および「生物」を含む科目数が著しく増加した事が明らかになった。

また、学科名、科目名の構成語の変化は、農

学関連学部の学部名にも同様の傾向が見られ、学部名の構成語からは「農学」が減少傾向にあり、「生物」、「環境」や「科学」が増加している。大学数は増えたものの大学志願者数は減少傾向にあることに加え、学生の生物指向が高まる中、受験生獲得のために学部名の変更が余儀なくされ、学科名、科目名にも反映されているものと考えられる。

以上の結果より、日本の大学における農業工学教育は、「機械」および「土木」を重視した教育カリキュラムから、「環境」あるいは「生物」をキーワードとした教育へと変化していることが明らかになった。このことは、農業工学教育が農業生産効率化、労働負担の軽減、農業基盤造成を目的とした教育から、環境調和型生産のための教育へと質的に変化していることを示唆していると考えられる。

農学教育の質的变化はすべての農学教育に当てはまる事から、今後とも農学関連学部におけるカリキュラムの調査を継続していく予定である。

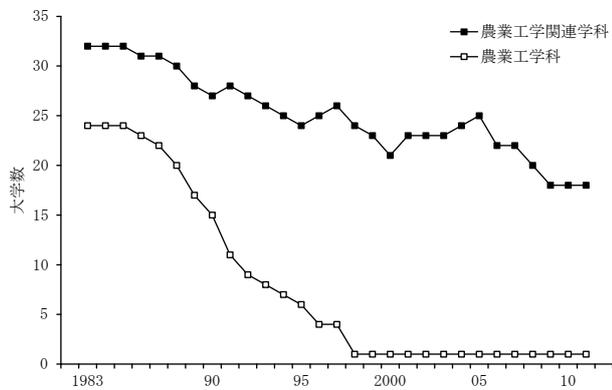


図5 農業工学関連学科を有する大学数

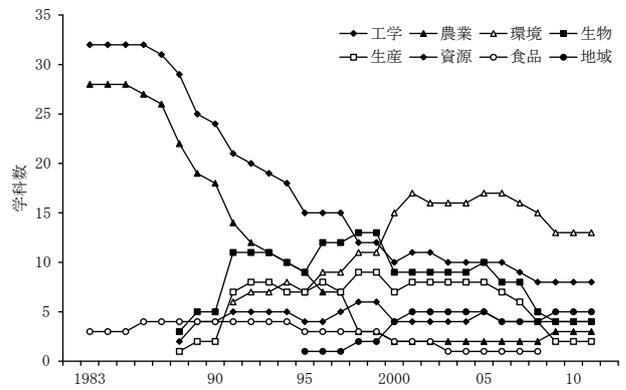


図6 農業工学関連学科の学科名の構成語

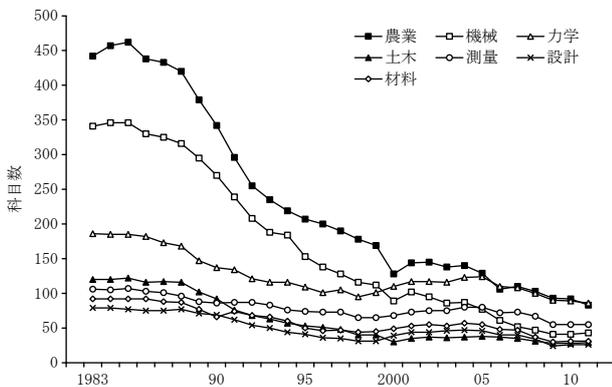


図7 農業工学関連学科の開講科目の構成語 (減少)

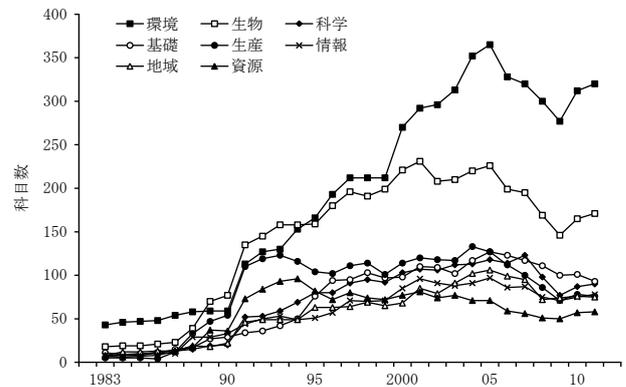


図8 農業工学関連学科の開講科目の構成語 (増加)

引用文献

比企弘・遠藤織太郎 (1993) わが国の大学における畜産学教育カリキュラムに関する調査研究. 平成4年度アジア太平洋地域教育開発研究開発委嘱事業報告書 pp29-44  
 比企弘・伊藤 睦・山本倫成・本間毅・長谷川葉子・富田恵子・田島淳史 (2003) 日本の大学における農学教育カリキュラムに関するデータベースの作製. In: 農学教育への道標, 筑波大学農林技術センター

編 pp137-152. ISBN 4-924843-43-1  
 田島淳史 (2003) わが国の大学における農学教育の現状と課題. In: 農学教育への道標, 筑波大学農林技術センター編 pp49-82 ISBN 4-924843-43-1  
 Tajima A and Ito M. (2009) The Historical Development and Current Status of Higher Agricultural Education System in Japan. J. Developments in Sustainable Agriculture 4: 29-40.  
 田島淳史・伊藤百世・本間毅・富田恵子・柴原妹美 (2012) わが国における畜産学教育の変遷. 畜産の研究 66: 1073-1086.

表1 日本の農学関連学部の1983年以降の変化 (AgBaseを基に)

大学名	年 <sup>1</sup>	学 部 学 科 名
北海道大学	1983	獣医学部：獣医学科 農学部：農学科、農業経済学科、農業生物学科、農芸化学科、林学科、林産学科、畜産学科、農業工学科
	1993	獣医学部：獣医学科 農学部：生物資源科学科、応用生命科学科、生物機能化学科、森林科学科、畜産科学科、農業工学科、農業経済学科
帯広畜産大学	1983	畜産学部：家畜生産科学科、畜産環境学科、畜産経営学科、農産化学科、農業工学科、草地学科、獣医学科
	1990	畜産学部：生物資源化学科、畜産管理学科、畜産環境科学科、獣医学科
	1997	畜産学部：生物資源科学科、畜産管理学科、畜産環境科学科、獣医学科
	2002	畜産学部：畜産科学科、獣医学科
弘前大学	1983	農学部：園芸学科、農学科、園芸化学科、農業工学科
	1990	農学部：生物資源科学科、農業生産科学科、農業システム工学科
	1998	農学生命科学部：生物機能科学科、応用生命工学科、生物生産科学科、地域環境科学科
	2008	農学生命科学部：生物学科、分子生命科学科、生物資源学科、園芸農学科、地域環境工学科
岩手大学	1983	農学部：農業土木学科、農業機械学科、畜産学科、農学科、農芸化学科、林学科、獣医学科
	1991	農学部：農林生産学科、応用生物学科、農業生産環境工学科、獣医学科
	2000	農学部：農業生命科学科、農林環境科学科、獣医学科
	2007	農学部：農学生命課程、応用生物化学課程、共生環境課程、動物科学課程、獣医学課程
東北大学	1983	農学部：食糧化学科、農学科、畜産学科、農芸化学科、(水産学科) <sup>2</sup>
	1993	農学部：生物生産科学科、応用生物化学科
山形大学	1983	農学部：園芸学科、農芸化学科、農業工学科、農学科、林学科
	1991	農学部：生物生産学科、生物環境学科
	1998	農学部：生物資源学科、生物生産学科、生物環境学科
	2010	農学部：食料生命環境学科
茨城大学	1983	農学部：農業工学科、農芸化学科、農学科、畜産学科
	1988	農学部：生物生産学科、資源生物科学科
	2000	農学部：生物生産科学科、資源生物科学科、地域環境科学科
筑波大学	1975	農林学類：生物資源生産学主専攻、生物生産組織学主専攻、生物応用化学主専攻、生物環境造成学主専攻
	1994	生物資源学類：生物資源生産科学主専攻、生物資源機能科学主専攻
	2004	生物資源学類：生物資源科学主専攻

日本の大学における農業工学教育の動向

大学名	年 <sup>1</sup>	学 部 学 科 名
宇都宮大学	1983	農学部：農業開発工学科、農学科、林学科、農業経済学科、畜産学科、農芸化学科
	1991	農学部：生物生産科学科、農業環境工学科、農業経済学科、森林科学科
千葉大学	1983	園芸学部：園芸経済学科、園芸学科、農芸化学科、造園学科、環境緑地学科
	1991	園芸学部：生物生産科学科、緑地・環境学科、園芸経済学科
	2007	園芸学部：園芸学科、応用生命化学科、緑地環境学科、食料資源経済学科
東京大学	1983	農学部：農業生物学科、農業工学科、畜産獣医学科、林学科、林産学科、農芸化学科、農業経済学科、(水産学科)
	1988	農学部：獣医学科、農業生物学科、農業工学科、林学科、林産学科、農芸化学科、農業経済学科、(水産学科)
	1996	農学部：応用生命科学課程、生物環境科学課程、生物生産科学課程、地域経済・資源科学課程、獣医学課程
	2008	農学部：環境資源科学課程、応用生命科学課程、獣医学課程
東京農工大学	1983	農学部：農業工学科、環境保護学科、林産学科、植物防疫学科、蚕糸生物学科、農芸化学科、農学科、林学科、獣医学科
	1991	農学部：生物生産学科、応用生物科学科、環境・資源学科、獣医学科
	1995	農学部：生物生産学科、応用生物科学科、環境資源科学科、地域生態システム学科、獣医学科
新潟大学	1983	農学部：畜産学科、農業工学科、農芸化学科、農学科、林学科
	1992	農学部：農業生産科学科、応用生物化学科、生産環境科学科
信州大学	1983	農学部：園芸農学科、農芸化学科、林学科、畜産学科、森林工学科
	1989	農学部：生物生産科学科、森林科学科、生物資源科学科
	1998	農学部：食料生産科学科、森林科学科、応用生命科学科
岐阜大学	1983	農学部：農学科、林学科、農芸化学科、農業工学科、家禽畜産学科、獣医学科
	1989	農学部：生物資源生産学科、生物生産システム学科、生物資源利用学科、獣医学科
	2004	応用生物科学部：食品生命科学課程、生産環境科学課程、獣医学課程
静岡大学	1983	農学部：園芸学科、林産学科、農芸学科、農学科、林学科
	1991	農学部：生物生産科学科、森林資源科学科、応用生物化学科
	1996	農学部：人間環境科学科、生物生産科学科、森林資源科学科、応用生物化学科
	2006	農学部：共生バイオサイエンス学科、環境森林科学科、応用生物化学科
名古屋大学	1983	農学部：食品工業化学科、林産学科、農学科、畜産学科、林学科、農芸化学科
	1995	農学部：資源生物環境学科、応用生物科学科
	2006	農学部：生物環境科学科、資源生物科学科、応用生命科学科
三重大学	1983	農学部：農業機械学コース、農芸化学コース、農学コース、農業土木学コース、林学コース、林産学コース、農業経営学コース
	1988	生物資源学部：生物資源学科
	2000	生物資源学部：資源循環学科、共生環境学科、生物圏生命科学科
京都大学	1983	農学部：畜産学科、食品工学科、林産工学科、農芸化学科、農業工学科、農学科、林学科、農林生物学科、農林経済学科、(水産学科)
	1995	農学部：生物生産科学科、生物機能科学科、生産環境科学科
	2001	農学部：資源生物科学科、応用生命科学科、地域環境工学科、食料・環境経済学科、森林科学科、食品生物科学科

大学名	年 <sup>1</sup>	学 部 学 科 名
神戸大学	1983	農学部：農業工学科、園芸農学科、植物防疫学科、農芸化学科、畜産学科
	1993	農学部：応用動物学科、植物資源学科、生物環境制御学科、生物機能化学科、生産環境情報学科
	2000	農学部：食料生産環境工学科、応用動物学科、植物資源学科、生物環境制御学科、生物機能化学科
	2008	農学部：食料環境システム学科、資源生命科学科、生命機能科学科
鳥取大学	1983	農学部：農業経営学科、農業工学科、農学科、農芸化学科、獣医学科、林学科
	1987	農学部：農林総合科学科、獣医学科
	1999	農学部：生物資源環境学科、獣医学科
島根大学	1983	農学部：環境保全学科、農学科、林学科、農林経済学科、農芸化学科、農業工学科
	1989	農学部：生物生産科学科、地域開発科学科、生物資源科学科
	1996	生物資源科学部：生物科学科、生態環境科学科、生命工学科、農業生産学科、地域開発科学科
岡山大学	1983	農学部：農業工学科、農芸化学科、畜産学科、農学科、園芸学科
	1986	農学部：総合農業科学科
広島大学	1983	生物生産学部：生物生産学科
山口大学	1983	農学部：農芸化学科、農学科、獣医学科
	1992	農学部：生物資源科学科、獣医学科
	2001	農学部：生物資源環境科学科、生物機能科学科、獣医学科
香川大学	1983	農学部：食品学科、農学科、園芸学科、農芸化学科、農業工学科
	1986	農学部：農業生産学科、生物資源科学科、農業工学科
	1998	農学部：生物生産学科、生物資源食糧化学科、生命機能科学科
	2006	農学部：応用生物科学科
愛媛大学	1983	農学部：園芸農学科、環境保全学科、経営農学科、農芸化学科、林学科、農業工学科
	1988	農学部：生物資源学科
高知大学	1983	農学部：栽培漁業学科、暖地農学科、農業工学科、林学科、農芸化学科
	1992	農学部：暖地農学科、森林科学科、栽培漁業学科、生産環境工学科、生物資源科学科
	2007	農学部：農学科
九州大学	1983	農学部：食糧化学工学科、林産学科、畜産学科、農政経済学科、農業工学科、農学科、農芸化学科、林学科、(水産学科)
	1998	農学部：生物資源環境学科
佐賀大学	1983	農学部：園芸学科、農芸化学科、農業土木学科、農学科
	1988	農学部：生物生産学科、応用生物科学科
	2006	農学部：生物環境科学科、生命機能科学科、応用生物科学科
宮崎大学	1983	農学部：草地学科、農業工学科、農学科、林学科、畜産学科、獣医学科、農業化学科、(水産増殖学科)
	1989	農学部：農林生産学科、生物資源利用学科、動物生産学科、獣医学科
	2000	農学部：食料生産科学科、生物環境科学科、地域農業システム学科、応用生物科学科、獣医学科
	2010	農学部：植物生産環境科学科、森林緑地環境科学科、応用生物科学科、畜産草地科学科、獣医学科、(海洋生物環境学科)
鹿児島大学	1983	農学部：園芸学科、畜産学科、農業工学科、農学科、林学科、農芸化学科、獣医学科
	1991	農学部：生物生産学科、生物資源化学科、生物環境学科、獣医学科

日本の大学における農業工学教育の動向

大学名	年 <sup>1</sup>	学 部 学 科 名
琉球大学	1983	農学部：農芸化学科、農学科、畜産学科、林学科、農業工学科
	1991	農学部：生物生産学科、生産環境学科、生物資源科学科
	2009	農学部：亜熱帯地域農学科、亜熱帯農林環境科学科、地域農業工学科、亜熱帯生物資源科学科
秋田県立大学	1999	生物資源科学部：応用生物科学科、生物生産科学科、生物環境科学科
	2006	生物資源科学部：アグリビジネス学科、応用生物科学科、生物生産科学科、生物環境科学科
福井県立大学	1992	生物資源学部：生物資源学科
滋賀県立大学	1995	環境科学部：生物資源管理学科、環境生態学科
	2008	環境科学部：生物資源管理学科、環境生態学科、(環境政策・計画学科、環境建築デザイン学科)
京都府立大学	1983	農学部：農学科、農芸化学科、林学科
	1997	農学部：生物生産科学科、森林科学科、生物資源化学科
	2008	生命環境学部：食保健学科、環境デザイン学科、環境・情報科学科、農学生命科学科、森林科学科、生命分子化学科
大阪府立大学	1983	農学部：園芸農学科、農業工学科、農芸化学科、獣医学科
	1994	農学部：応用植物科学科、地域環境科学科、応用生物化学科、獣医学科
	2005	生命環境科学部：獣医学科、生命機能化学科、生物情報科学科、植物バイオサイエンス学科、緑地環境学科
県立広島大学	1989	(広島県立大学) 生物資源学部：生物資源開発学科、生物資源管理学科
	2004	県立広島大学設置(統合)
	2006	生命環境学部：生命科学科、環境科学科
石川県立大学	2005	生物資源環境学部：生産科学科、環境科学科、食品科学科
宮城大学	2005	食産業学部：ファームビジネス学科、フードビジネス学科、環境システム学科
酪農学園大学	1983	酪農学部：獣医学科、農業経済学科、酪農学科
	1988	酪農学部：食品科学科、農業経済学科、酪農学科、獣医学科
	1994	酪農学部：食品流通学科、食品科学科、農業経済学科、酪農学科、獣医学科
	1996	酪農学部：食品流通学科、食品科学科、農業経済学科、酪農学科 獣医学部：獣医学科
	1998	環境システム学部設置：経営環境学科、地域環境学科 酪農学部：食品流通学科、食品科学科、農業経済学科、酪農学科 獣医学部：獣医学科
	2005	環境システム学部：環境マネジメント学科、生命環境学科、地域環境学科 酪農学部：食品流通学科、食品科学科、農業経済学科、酪農学科 獣医学部：獣医学科
	2011	農食環境学群：環境共生学類、循環農学類、食と健康学類 獣医学群：獣医学類、獣医保健看護学類
北里大学	1983	獣医畜産学部：畜産土木工学科、獣医学科、畜産学科
	2000	獣医畜産学部：動物資源科学科、生物生産環境学科、獣医学科
	2008	獣医学部：動物資源科学科、生物生産環境学科、獣医学科
玉川大学	1983	農学部：農芸化学科、農学科
	2001	農学部：生物資源学科、応用生物化学科
	2005	農学部：生物環境システム学科、生命化学科、生物資源学科
東海大学	1983	(九州東海大学) 農学部：農学科、畜産学科
	2000	(九州東海大学) 農学部：応用植物科学科、応用動物科学科、バイオサイエンス学科
	2008	東海大学(東海大学・九州東海大学・北海道東海大学三大学統合)と改称

大学名	年 <sup>1</sup>	学 部 学 科 名
東京農業大学	1983	農学部：栄養学科、造園学科、農業拓殖学科、農芸化学科、醸造学科、農学科、林学科、畜産学科、農業工学科、農業経済学科
	1990	生物産業学部：生物生産学科、食品科学科、産業経営学科 農学部：栄養学科、造園学科、農業拓殖学科、農芸化学科、醸造学科、農学科、林学科、畜産学科、農業工学科、農業経済学科
	1991	生物産業学部：生物生産学科、食品科学科、産業経営学科 農学部：国際農業開発学科、栄養学科、造園学科、農芸化学科、醸造学科、農学科、林学科、畜産学科、農業工学科、農業経済学科
	1998	生物産業学部：生物生産学科、食品科学科、産業経営学科 農学部：農学科、畜産学科 応用生物科学部設置：バイオサイエンス学科、生物応用化学科、醸造科学科、栄養科学科 地域環境科学部設置：森林総合科学科、生産環境工学科、造園科学科 国際食料情報学部設置：国際農業開発学科、食料環境経済学科、生物企業情報学科
	2005	生物産業学部：生物生産学科、食品科学科、産業経営学科 農学部：農学科、畜産学科 応用生物科学部設置：バイオサイエンス学科、生物応用化学科、醸造科学科、栄養科学科 地域環境科学部設置：森林総合科学科、生産環境工学科、造園科学科 国際食料情報学部：国際バイオビジネス学科、国際農業開発学科、食料環境経済学科
	2006	生物産業学部：生物生産学科、食品科学科、産業経営学科、(アクアバイオ学科) 農学部：バイオセラピー学科、農学科、畜産学科 応用生物科学部設置：バイオサイエンス学科、生物応用化学科、醸造科学科、栄養科学科 地域環境科学部設置：森林総合科学科、生産環境工学科、造園科学科 国際食料情報学部：国際バイオビジネス学科、国際農業開発学科、食料環境経済学科
日本大学	2010	生物産業学部：食品香粧学科、生物生産学科、産業経営学科、(アクアバイオ学科) 農学部：バイオセラピー学科、農学科、畜産学科 応用生物科学部設置：バイオサイエンス学科、生物応用化学科、醸造科学科、栄養科学科 地域環境科学部設置：森林総合科学科、生産環境工学科、造園科学科 国際食料情報学部：国際バイオビジネス学科、国際農業開発学科、食料環境経済学科
	1983	農獣医学部：食品経済学科、食品工学科、拓殖学科、農業工学科、農芸化学科、獣医学科、農学科、畜産学科、林学科、(水産学科)
	1988	農獣医学部：応用生物科学科、食品経済学科、食品工学科、拓殖学科、農業工学科、農芸化学科、獣医学科、農学科、畜産学科、林学科、(水産学科)
	1996	生物資源科学部：植物資源科学科、動物資源科学科、森林資源科学科、生物環境工学科、食品科学工学科、国際地域開発学科、応用生物科学科、食品経済学科、農芸化学科、獣医学科、(海洋資源科学科)
	2009	生物資源科学部：生命化学科、食品生命学科、植物資源科学科、動物資源科学科、森林資源科学科、生物環境工学科、国際地域開発学科、応用生物科学科、食品経済学科、獣医学科、(海洋資源科学科)
2010	生物資源科学部：食品ビジネス学科、生命化学科、食品生命学科、植物資源科学科、動物資源科学科、森林資源科学科、生物環境工学科、国際地域開発学科、応用生物科学科、獣医学科、(海洋資源科学科)	
日本獣医生命科学大学	1983	獣医畜産学部：畜産食品工学科、獣医学科、畜産学科
	2000	獣医畜産学部：食品科学科、獣医学科、畜産学科
	2001	獣医畜産学部：動物科学科、食品科学科、獣医学科
	2003	獣医学部：獣医学科 応用生命科学部：動物科学科、食品科学科
	2005	獣医学部：獣医保健看護学科、獣医学科 応用生命科学部：動物科学科、食品科学科
	2006	日本獣医生命科学大学に改称

日本の大学における農業工学教育の動向

大学名	年 <sup>1</sup>	学 部 学 科 名
明 治 大 学	1983	農学部：農芸化学科、農学科、農業経済学科
	2000	農学部：生命科学科、農芸化学科、農業経済学科、農学科
	2008	農学部：食料環境政策学科、農学科、生命科学科、農芸化学科
麻 布 大 学	1983	獣医学部：環境畜産学科、獣医学科
	1994	獣医学部：動物応用科学科、獣医学科
	1998	獣医学部：動物応用科学科、獣医学科
名 城 大 学	1983	農学部：農芸化学科、農学科
	1999	農学部：生物資源学科、応用生物科学科
	2005	農学部：生物環境科学科、生物資源学科、応用生物科学科
近 畿 大 学	1983	農学部：食品栄養学科、農芸化学科、農学科、(水産学科)
	1992	農学部：国際資源管理学科、食品栄養学科、農芸化学科、農学科、(水産学科)
	2005	農学部：農業生産科学科、応用生命化学科、環境管理学科、バイオサイエンス学科、食品栄養学科、(水産学科)
南九州大学	1983	園芸学部：農業経済学科、造園学科、園芸学科
	1986	園芸学部：食品工学科、農業経済学科、造園学科、園芸学科
	2002	環境造園学部設置：地域環境学科、造園学科 園芸学部：園芸学科、食品工学科
	2003	園芸学部：園芸学科 健康栄養学部：管理栄養学科、食品健康学科 環境造園学部：造園学科、地域環境学科
	2009	環境園芸学部：環境園芸学科 健康栄養学部：管理栄養学科、食品健康学科

<sup>1</sup> カリキュラム等変更年度

<sup>2</sup> ( ) 内学科は開講科目データ入力はしていない。

# An Analysis on the Recent Trends of Agricultural Engineering Education at Universities in Japan

Tsuyoshi HONMA<sup>1\*</sup>, Momoyo ITOH<sup>1</sup>, Keiko TOMITA<sup>1</sup>  
Maimi SHIBAHARA<sup>1</sup>, Tomohiro TAKIGAWA<sup>1,2</sup> and Atsushi TAJIMA<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> Agricultural and Forestry Research Center, University of Tsukuba  
Ten-nodai 1-1-1, Tsukuba Ibaraki 305-8577, Japan.

<sup>2</sup> Faculty of Life and Environmental Sciences, University of Tsukuba,  
Ten-nodai 1-1-1, Tsukuba, Ibaraki, 305-8572, Japan

## Abstract

Recent trends in agricultural engineering education at universities in Japan were analyzed using a database on the curriculum at agriculture-related colleges (Ag-Base) developed by the Agricultural and Forestry Research Center, University of Tsukuba. The numbers of university that have special programs for agricultural engineering education decreased from 32 in 1983 to 18 in 2011. During the same period, the keywords “agriculture” and “machinery” of course titles in agricultural engineering education have diminished, but the keywords “environment” and “biology” have increased. These results reveal that the focus of agricultural engineering education in Japan has shifted from traditional efficiency, labor saving and infrastructure oriented curriculum to environmental oriented curriculum.

**Key words:** Ag-Base, Agriculture Education, Agricultural Engineering

---

\*Corresponding Author: Tsuyoshi HONMA Agricultural and Forestry Research Center, University of Tsukuba  
Ten-nodai 1-1-1, Tsukuba Ibaraki 305-8577, Japan  
E-mail: honma.tsuyoshi.ga@un.tsukuba.ac.jp

資料

# 筑波大学農林技術センター演習林気象報告 — 川上演習林気象観測データ (2011年) —

井波明宏<sup>1\*</sup>・門脇正史<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> 筑波大学農林技術センターハケ岳・川上演習林  
384-1305 長野県南佐久郡南牧村野辺山462-4

<sup>2</sup> 筑波大学生命環境系  
305-8572 茨城県つくば市天王台1-1-1

## はじめに

川上演習林では気象観測を行っている。下記に観測場所、観測機器および観測データの取りまとめの方法を述べる。

### 1 観測場所

川上演習林  
長野県南佐久郡川上村大字御所平字矢出川  
1841-4  
東経138° 29' 59", 北緯35° 55' 10", 標高1,500m  
※2002年測量法改正による世界測地系に基づく値

### 2 観測機器

表1参照

### 3 気象月報取りまとめ方法

(1) 日界：24時

### (2) 気温

最高：当日の毎正時の最大値  
最低：当日の毎正時の最小値  
日平均：当日毎正時の算術平均値

### (3) 相対湿度

最大：当日の毎正時の最大値  
最小：当日の毎正時の最小値  
日平均：当日毎正時の算術平均値

### (4) 降水量

当日の日合計値

### (5) 日射量

当日毎正時の合計値で、積算値はメガジュール (Mj/m<sup>2</sup>)

### (6) 風向

当日毎正時の最多風向を16方位で表示  
風向の表示C (calm) は静穏

### (7) 風速

最大：当日毎正時の最大値  
日平均：当日毎正時の算術平均値

表1 観測項目と観測方法の一覧

項目	センサー	サンプル方法
気温	温湿度センサー (CVS-HMP45Dクリマテック)	1時間平均
湿度	温湿度センサー (CVS-HMP45Dクリマテック)	1時間平均
雨量	ヒータ付転倒枳形雨量計 (0.5mm転倒)	1時間積算
日射量	全天日射計 (CPR-CM03クリマテック)	1時間平均
風向, 風速	風車型風向風速計 (CYG-5103クリマテック)	ベクトル平均

\*連絡者：井波明宏 筑波大学農林技術センターハケ岳・川上演習林  
384-1305 長野県南佐久郡南牧村野辺山462-4  
E-mail：inami.akihito@un.tsukuba.ac.jp

#### 4 データロガーの回収

データロガーの回収はパソコンおよび通信回線によって行なった。

#### 5 計算および平均値の取り扱い

- (1) 計算では全て四捨五入法による。
- (2) 日平均：20%以上記録が欠けている場合は欠測とし、「-」の記号を記入した。
- (3) 月平均・平均：20%以上の欠測期間がある場合は、「-」の記号を記入し、それ以下の場合は欠測日を除いた日による合計値・平均値を（ ）内に記入した。

#### 6 備考

当日の気象データは下記URLで閲覧することができる。

<http://www.ytg.janis.or.jp/~yatsugatake/index.html>

地球再生プログラム（JALPS）気象データアーカイブに過去のデータを一部載せている。

<http://www.geoenv.tsukuba.ac.jp/~jalps-atm/index.html>

## 筑波大学農林技術センター演習林気象報告 (川上演習林)

観測地点：川上演習林 2011年 1月 気象月報

八ヶ岳演習林

日	気 温 °C				降水量 mm	水平面日射量 MJ/m <sup>2</sup>	相 対 湿 度 %			風 速 m/s		風 向	記 事
	9時気温	最 高	最 低	日平均			最 大	最 小	日平均	最 大	日平均		
1	-6.6	-1.3	-10.9	-6.1	0.0	5.41	87	38	62	1.1	0.7	ESE	
2	-5.7	-2.2	-9.4	-5.3	0.0	5.70	89	58	78	1.4	0.8	ESE	
3	-9.0	-0.5	-10.6	-6.5	0.0	5.37	90	46	78	1.0	0.3	E	
4	-5.3	-2.3	-9.5	-6.6	0.0	5.67	90	52	74	1.0	0.4	ESE	
5	-6.5	-0.5	-9.8	-4.8	0.0	4.07	80	39	60	1.5	0.8	SE	
6	-6.5	-3.0	-12.4	-6.5	0.0	4.97	90	51	76	1.3	0.6	SSW	
7	-12.3	-6.3	-14.6	-11.4	0.0	5.19	87	55	75	1.1	0.6	ESE	
8	-10.3	0.3	-12.8	-6.6	0.0	5.81	67	23	46	1.7	0.7	ESE	
9	-2.9	0.3	-9.4	-3.3	0.0	5.94	91	27	59	2.6	1.3	SSW	
10	-12.0	-7.9	-13.7	-11.1	0.0	7.22	89	62	78	1.3	0.8	SSE	
11	-8.4	-3.6	-14.1	-7.9	0.0	5.98	92	37	66	1.3	0.5	W	
12	-6.8	-1.8	-10.8	-6.5	0.0	7.38	92	40	72	1.3	0.7	SE	
13	-11.3	-4.8	-13.1	-9.9	0.0	6.23	90	56	81	0.8	0.4	E	
14	-7.5	-2.6	-10.2	-6.7	0.0	6.87	86	40	58	2.1	0.9	ESE	
15	-4.3	-2.9	-10.1	-5.4	0.0	4.02	88	54	65	1.7	0.8	SSW	
16	-12.9	-9.0	-13.3	-11.2	0.5	5.81	89	41	65	1.6	0.8	ESE	
17	-10.2	-3.7	-12.0	-7.7	0.0	6.52	76	39	55	1.3	0.7	E	
18	-8.5	-0.5	-8.9	-6.2	0.0	7.41	78	35	60	1.8	0.7	ESE	
19	-6.5	0.3	-9.2	-5.6	0.0	7.53	70	33	56	1.4	0.8	ESE	
20	-7.5	-2.5	-12.5	-7.1	0.0	7.80	88	36	61	1.8	1.0	S	
21	-12.2	-1.7	-13.2	-8.1	0.0	7.55	90	43	74	0.7	0.5	ESE	
22	-5.6	0.1	-11.4	-5.3	0.0	8.05	91	33	59	1.4	0.8	SE	
23	-7.8	-1.6	-9.9	-6.1	0.0	5.79	94	38	69	0.9	0.5	ESE	
24	-6.4	-0.6	-8.9	-5.3	0.0	8.22	94	39	66	1.2	0.6	ESE	
25	-9.2	-3.6	-10.0	-7.5	0.0	5.73	92	37	68	1.2	0.7	E	
26	-6.4	-3.3	-12.2	-7.7	0.0	7.18	90	41	65	1.5	0.6	ESE	
27	-9.7	-3.4	-12.5	-9.1	0.0	5.67	87	29	65	1.1	0.5	E	
28	-11.6	-3.5	-12.7	-9.3	0.0	8.50	83	47	66	1.2	0.5	ESE	
29	-8.0	-2.2	-9.6	-7.0	0.0	7.64	86	43	67	1.5	0.7	ESE	
30	-12.8	-7.8	-13.1	-10.8	0.0	5.62	87	44	63	1.1	0.7	S	
31	-13.7	-5.0	-15.1	-10.8	0.0	8.99	77	34	60	1.1	0.6	ESE	
合計					0.5	199.83							
平均	-8.5	-2.8	-11.5	-7.4		6.45	86	42	66	1.3	0.7		

観測地点：川上演習林 2011年 2月 気象月報

八ヶ岳演習林

日	気 温 °C				降水量 mm	水平面日射量 MJ/m <sup>2</sup>	相 対 湿 度 %			風 速 m/s		風 向	記 事
	9時気温	最 高	最 低	日平均			最 大	最 小	日平均	最 大	日平均		
1	-6.1	2.2	-11.0	-5.7	0.0	9.03	90	27	62	1.2	0.7	SE	
2	-3.5	1.5	-11.0	-4.4	0.0	8.73	91	49	70	1.5	0.7	E	
3	-5.5	4.4	-8.8	-3.2	0.0	9.77	88	24	60	0.9	0.5	ESE	
4	-3.5	4.3	-5.3	-1.8	0.0	9.34	91	37	67	0.9	0.6	E	
5	-0.6	4.5	-5.6	-1.6	0.0	7.64	88	15	56	1.2	0.6	ESE	
6	-2.5	3.1	-5.9	-0.9	0.5	9.07	92	57	70	1.6	0.8	ESE	
7	-4.0	1.3	-9.5	-3.7	1.0	9.60	92	58	76	1.1	0.7	NNW	
8	-2.9	3.5	-8.8	-2.0	0.0	8.68	92	47	80	1.3	0.7	W	
9	-0.7	1.9	-7.3	-1.8	13.5	7.42	96	47	81	0.9	0.6	ENE	
10	-10.3	0.6	-11.3	-6.6	0.0	9.83	91	38	75	0.8	0.4	WNW	
11	-8.6	-6.3	-8.8	-7.8	15.0	0.92	92	86	90	0.7	0.2	N	
12	-7.4	-3.7	-9.2	-7.5	4.5	1.97	92	78	89	1.3	0.5	N	
13	-10.8	-2.2	-12.9	-8.2	1.0	8.82	91	39	67	1.2	0.6	ESE	
14	-5.4	-2.1	-6.9	-5.0	4.5	5.37	93	71	86	1.2	0.5	N	
15	-6.3	-2.1	-11.4	-6.5	7.0	4.07	92	64	83	2.0	0.9	ESE	
16	-5.2	4.4	-9.4	-2.6	3.5	14.77	90	39	71	1.1	0.7	ESE	
17	-0.1	3.7	-2.2	0.7	1.0	9.66	97	64	80	1.9	1.0	W	
18	-0.6	4.5	-9.9	-2.0	18.0	4.64	97	82	91	1.5	1.0	NE	
19	-7.8	3.5	-12.3	-4.2	0.0	13.74	93	42	78	1.0	0.5	E	
20	-2.6	3.9	-5.3	-1.4	0.0	9.52	94	45	65	0.8	0.4	NW	
21	-4.1	3.1	-6.1	-2.3	0.0	15.99	92	46	71	1.1	0.6	N	
22	-2.2	6.7	-5.1	-0.8	0.0	15.43	76	16	43	0.9	0.5	ESE	
23	-3.7	5.6	-6.7	-1.2	0.0	15.12	87	23	60	1.8	0.6	ESE	
24	0.9	2.0	-0.2	1.0	0.5	2.13	96	84	92	0.9	0.6	ENE	
25	3.5	8.8	-6.5	3.0	0.0	10.93	96	34	69	1.6	0.9	ENE	
26	-6.4	4.3	-9.6	-3.1	0.0	15.51	92	16	58	1.9	0.9	ESE	
27	1.7	7.6	-3.6	1.8	0.0	12.09	94	37	73	2.0	0.8	ESE	
28	3.9	4.2	-3.2	0.5	29.0	2.15	96	88	95	1.0	0.5	E	
合計					99.0	251.96							
平均	-3.6	2.6	-7.6	-2.8		9.00	92	48	74	1.3	0.6		

## 観測地点：川上演習林 2011年 3月 気象月報

八ヶ岳演習林

日	気 温 °C				降水量 mm	水平面日射量 MJ/m <sup>2</sup>	相 对 湿 度 %			風 速 m/s		風 向	記 事
	9時気温	最 高	最 低	日平均			最 大	最 小	日平均	最 大	日平均		
1	-0.1	3.4	-3.1	-0.3	4.5	6.18	96	83	94	0.9	0.4	ESE	
2	-3.7	0.8	-9.4	-4.2	0.0	8.11	96	43	77	1.1	0.6	NNW	
3	-11.1	-2.9	-13.5	-8.9	0.5	10.89	90	42	73	1.0	0.6	E	
4	-10.4	-5.5	-13.8	-10.1	0.0	9.53	78	49	65	0.8	0.6	ESE	
5	-8.1	3.8	-13.4	-5.1	0.0	16.47	87	25	61	0.8	0.5	ESE	
6	0.8	5.1	-5.0	0.5	0.0	12.26	81	15	34	1.7	1.0	E	
7	-3.6	0.9	-7.8	-3.3	18.5	1.87	95	50	89	0.9	0.4	N	
8	-8.5	1.0	-10.8	-5.5	6.0	14.35	90	37	68	1.3	0.6	E	
9	-5.8	0.1	-9.8	-5.8	0.0	13.34	91	33	62	1.8	0.9	E	
10	-9.9	-1.6	-13.6	-7.5	0.0	17.09	89	22	57	1.2	0.6	E	
11	-6.8	-1.4	-10.5	-7.0	0.0	12.11	88	41	66	1.3	0.8	ESE	
12	-6.6	3.4	-11.4	-3.8	0.0	15.85	85	25	57	1.0	0.6	ESE	
13	1.4	9.7	-3.5	2.3	0.0	16.86	86	12	39	1.3	0.7	ESE	
14	3.9	10.3	-1.4	4.0	0.0	14.80	84	33	55	1.2	0.8	E	
15	1.1	6.7	-2.2	2.9	0.0	8.29	94	60	79	1.1	0.7	E	
16	-4.1	1.1	-10.6	-5.4	4.5	8.66	95	42	78	1.7	0.7	ESE	
17	-9.8	-4.8	-12.5	-9.7	0.5	4.02	90	44	76	1.2	0.5	ENE	
18	-8.2	4.5	-12.8	-4.8	0.0	14.96	83	19	54	1.4	0.7	SE	
19	2.1	8.3	-4.1	2.0	0.0	18.91	73	16	41	2.0	0.9	ESE	
20	4.0	9.5	-0.6	4.2	3.5	14.11	96	33	62	1.2	0.9	ESE	
21	4.5	6.3	0.0	3.0	17.5	2.21	96	92	95	1.1	0.6	ESE	
22	0.2	3.1	-1.1	0.3	18.5	4.73	97	84	94	1.2	0.4	N	
23	-5.5	-0.5	-8.9	-5.1	0.5	17.95	96	58	79	1.5	0.9	E	
24	-5.3	0.9	-12.2	-6.3	0.0	11.59	86	37	67	1.0	0.5	E	
25	-2.7	2.4	-7.5	-3.6	0.0	12.67	91	25	61	1.1	0.6	ESE	
26	-6.8	-3.8	-11.3	-7.0	0.5	8.93	86	55	77	1.7	0.8	ENE	
27	-6.1	1.0	-12.8	-6.0	1.5	20.47	92	24	63	1.2	0.5	E	
28	-4.9	3.2	-11.1	-3.4	0.5	15.84	92	29	68	0.8	0.3	N	
29	-0.6	5.6	-5.3	-0.3	0.0	17.06	93	30	57	1.2	0.6	ESE	
30	1.0	6.4	-4.5	0.0	0.0	14.09	92	28	60	1.0	0.6	ESE	
31	-0.8	2.2	-5.3	-2.2	0.0	12.02	87	38	65	1.2	0.7	ESE	
合計					77.0	376.25							
平均	-3.6	2.6	-8.1	-3.1		12.14	89	39	67	1.2	0.6		

## 観測地点：川上演習林 2011年 4月 気象月報

八ヶ岳演習林

日	気 温 °C				降水量 mm	水平面日射量 MJ/m <sup>2</sup>	相 对 湿 度 %			風 速 m/s		風 向	記 事
	9時気温	最 高	最 低	日平均			最 大	最 小	日平均	最 大	日平均		
1	1.3	9.2	-6.1	1.4	0.0	20.64	86	17	45	1.3	0.7	E	
2	6.0	10.8	-3.8	4.1	0.0	19.63	89	19	46	2.2	0.8	S	
3	-5.4	2.0	-6.5	-3.3	0.0	6.38	94	48	74	0.7	0.4	W	
4	-4.4	2.5	-8.5	-3.7	0.0	21.89	90	22	50	1.6	1.0	E	
5	0.8	8.5	-5.4	1.4	0.0	20.97	55	16	25	1.5	0.9	SE	
6	3.1	12.0	-3.0	3.6	0.0	21.14	88	11	49	0.9	0.5	ESE	
7	5.3	11.1	0.6	4.7	0.0	12.04	90	27	62	0.9	0.6	ESE	
8	5.3	11.7	2.9	6.0	0.0	13.69	92	38	73	1.4	0.9	ENE	
9	6.8	9.5	1.8	5.9	6.5	3.40	97	89	95	1.2	0.7	NE	
10	4.1	10.0	-0.2	3.8	0.0	13.27	97	62	89	0.9	0.4	ESE	
11	5.5	9.9	-4.2	3.2	0.0	15.17	94	33	73	1.2	0.7	SW	
12	-3.8	5.0	-6.5	-1.6	0.0	21.70	85	25	50	1.7	1.0	ESE	
13	5.1	12.9	-2.1	4.7	0.0	21.69	62	13	34	1.5	0.8	ESE	
14	8.1	15.3	-0.2	6.7	0.0	21.23	76	14	43	1.1	0.7	ESE	
15	8.9	14.4	2.8	7.6	0.5	18.79	90	29	63	1.0	0.7	ESE	
16	10.2	14.4	-3.2	6.9	0.0	20.84	94	31	67	1.7	0.8	ESE	
17	5.8	13.3	-5.5	3.9	0.0	21.70	95	32	66	1.0	0.4	E	
18	5.9	11.5	2.4	5.7	2.5	16.55	95	52	78	1.4	0.8	W	
19	4.3	4.3	-2.6	1.8	14.0	4.88	96	74	92	1.0	0.6	WNW	
20	1.9	7.3	-2.8	1.5	0.0	19.11	92	44	76	1.1	0.6	E	
21	3.9	10.6	1.0	5.1	0.0	20.84	96	57	83	1.2	0.7	WSW	
22	4.9	7.3	3.5	5.1	1.0	6.73	97	66	87	1.1	0.6	W	
23	6.7	7.7	4.6	6.4	19.5	1.98	97	91	95	1.7	1.1	NE	
24	5.2	10.4	-1.1	4.4	0.0	23.12	88	21	50	1.5	0.8	ESE	
25	3.9	6.2	-1.7	2.1	0.0	17.24	79	33	54	1.3	0.9	ESE	
26	5.6	7.4	0.1	4.5	0.0	9.30	90	33	62	1.4	0.8	E	
27	12.6	18.0	6.3	11.0	4.5	21.67	96	31	70	1.8	1.3	ENE	
28	9.3	13.0	-1.1	7.1	14.5	23.86	96	32	67	1.7	0.8	E	
29	4.7	10.2	-2.6	3.6	0.0	19.39	95	32	60	1.3	0.6	ESE	
30	8.7	12.7	3.7	8.3	0.0	12.89	78	38	53	1.2	0.9	ESE	
合計					63.0	491.72							
平均	4.7	10.0	-1.3	4.1		16.39	89	38	64	1.3	0.7		

## 筑波大学農林技術センター演習林気象報告 (川上演習林)

観測地点：川上演習林 2011年 5月 気象月報

八ヶ岳演習林

日	気 温 °C				降水量 mm	水平面日射量 MJ/m <sup>2</sup>	相 対 湿 度 %			風 速 m/s		風 向	記 事
	9時気温	最 高	最 低	日平均			最 大	最 小	日平均	最 大	日平均		
1	7.7	10.0	6.9	8.3	1.0	4.70	96	57	82	1.8	1.0	ENE	
2	8.9	15.7	2.8	8.9	0.0	20.12	83	25	45	1.6	0.7	ENE	
3	8.4	11.1	1.8	6.2	0.5	9.66	93	53	76	1.4	0.5	W	
4	9.2	14.7	4.0	8.2	0.0	20.77	93	27	53	1.2	0.5	ESE	
5	7.4	13.8	2.4	7.4	0.0	17.08	93	47	75	1.3	0.5	W	
6	7.7	15.0	3.9	8.1	0.0	20.85	94	43	77	1.3	0.7	W	
7	7.4	12.3	6.4	8.5	0.0	7.01	91	74	84	1.4	0.8	W	
8	13.7	17.9	4.4	12.1	0.0	24.18	83	24	47	2.4	1.1	ESE	
9	16.3	19.7	4.0	14.0	0.0	13.89	59	6	24	1.2	0.8	ESE	
10	16.8	17.4	9.5	14.0	24.5	4.76	95	62	83	1.5	0.9	ESE	
11	7.9	10.3	7.4	9.2	66.5	2.63	97	90	95	1.5	0.6	E	
12	12.0	15.0	10.6	12.5	3.0	6.59	97	85	94	1.0	0.7	WNW	
13	17.5	19.3	3.8	13.8	0.0	24.63	95	22	56	1.5	0.9	E	
14	9.8	13.6	3.0	8.3	0.0	24.83	60	26	42	1.6	0.9	E	
15	10.7	16.5	1.9	9.2	0.0	23.41	65	18	40	1.1	0.7	ESE	
16	10.1	13.8	4.4	9.1	0.0	16.73	95	33	67	1.4	0.6	W	
17	10.7	12.1	4.7	7.9	5.5	9.82	95	60	82	0.9	0.4	E	
18	10.3	17.5	3.5	9.6	0.0	25.04	95	23	64	0.9	0.6	ESE	
19	16.3	20.3	6.2	12.8	0.0	24.80	90	26	58	1.0	0.6	W	
20	17.6	21.1	7.5	14.5	0.0	23.61	91	24	50	1.0	0.6	E	
21	20.3	24.0	11.1	17.3	0.0	23.18	86	22	43	1.0	0.6	ESE	
22	16.7	16.9	8.2	12.8	11.0	7.21	97	69	87	0.9	0.5	ESE	
23	8.0	9.5	4.3	7.6	22.5	3.02	97	94	96	1.2	0.4	SSW	
24	0.8	12.8	0.4	5.4	37.0	13.37	96	54	83	1.5	0.4	SE	
25	13.8	18.9	4.8	11.8	0.0	23.38	86	27	56	1.0	0.4	E	
26	12.2	13.7	7.5	10.0	9.0	11.01	96	67	84	0.8	0.4	WNW	
27	7.0	9.5	6.2	8.0	3.5	4.63	97	91	95	1.1	0.6	WNW	
28	12.3	14.2	9.7	12.5	18.0	6.44	97	91	95	0.7	0.4	W	
29	12.8	13.8	10.1	12.3	82.0	1.64	97	95	96	0.9	0.2	N	
30	10.3	12.9	6.6	9.5	15.0	13.11	97	77	92	2.0	1.0	SE	
31	9.4	15.1	5.5	9.7	0.0	16.58	97	53	85	0.9	0.4	SW	
合計 平均	11.3	15.1	5.6	10.3	299.0	448.67	90	51	71	1.3	0.6		

観測地点：川上演習林 2011年 6月 気象月報

八ヶ岳演習林

日	気 温 °C				降水量 mm	水平面日射量 MJ/m <sup>2</sup>	相 対 湿 度 %			風 速 m/s		風 向	記 事
	9時気温	最 高	最 低	日平均			最 大	最 小	日平均	最 大	日平均		
1	9.1	11.3	6.7	8.0	5.5	8.32	97	80	95	0.8	0.4	WNW	
2	8.2	9.5	6.8	8.4	12.5	2.49	97	97	97	0.8	0.5	N	
3	13.1	16.8	6.2	11.7	0.0	18.04	97	59	83	0.6	0.3	E	
4	14.3	20.8	9.5	14.2	0.0	23.42	96	33	71	0.8	0.5	W	
5	16.6	20.2	9.4	13.9	0.0	11.33	93	48	77	0.9	0.3	E	
6	13.7	20.2	7.4	13.5	0.0	22.38	95	34	69	0.7	0.3	E	
7	13.1	15.6	9.7	12.4	0.0	13.48	94	57	83	0.8	0.3	WNW	
8	12.7	18.6	9.4	13.2	0.0	10.55	96	58	83	0.6	0.2	WSW	
9	13.6	19.4	11.8	14.3	0.5	16.06	97	63	87	0.6	0.3	W	
10	17.9	18.6	10.6	15.1	0.5	14.75	96	68	84	0.8	0.3	ESE	
11	13.3	15.1	12.3	13.5	34.0	4.23	97	93	95	0.7	0.2	W	
12	14.9	16.0	12.3	14.0	13.0	6.95	96	87	92	0.6	0.3	N	
13	12.7	16.8	11.4	13.5	14.0	10.00	97	81	92	0.5	0.2	N	
14	14.2	18.9	8.3	13.6	0.0	21.20	96	58	79	0.7	0.3	E	
15	11.9	14.4	7.6	11.4	0.0	10.34	95	78	86	0.6	0.2	W	
16	11.7	13.4	10.0	11.7	8.0	7.89	96	78	90	1.0	0.3	WNW	
17	13.1	14.4	11.2	12.9	8.0	4.81	97	94	96	0.2	0.1	N	
18	14.0	14.1	12.8	13.3	3.0	4.72	97	94	96	0.3	0.1	NNE	
19	13.8	16.9	12.5	14.2	0.5	7.80	97	82	93	0.3	0.1	N	
20	16.9	19.1	13.4	15.7	0.0	13.11	97	75	92	0.5	0.2	WNW	
21	15.5	19.2	13.9	16.1	4.0	9.03	96	76	86	0.7	0.4	E	
22	19.8	24.8	13.2	18.6	2.5	22.35	95	34	68	0.9	0.6	ESE	
23	17.7	22.5	15.0	18.5	1.0	16.37	96	65	83	1.5	0.5	E	
24	20.8	22.9	18.3	20.1	0.0	11.34	82	58	72	1.0	0.5	E	
25	20.9	23.6	16.2	19.7	2.5	14.24	96	64	81	0.8	0.4	E	
26	17.0	19.7	15.8	17.8	2.0	4.69	96	86	92	0.4	0.2	NNE	
27	17.1	21.7	15.3	17.9	0.0	9.41	96	79	91	0.6	0.3	ENE	
28	21.0	24.6	17.8	21.1	0.0	12.04	91	57	72	0.7	0.5	SE	
29	22.8	26.0	17.5	21.6	0.0	15.04	94	55	76	0.7	0.3	ESE	
30	21.6	24.3	16.2	19.3	12.0	11.84	95	67	88	0.4	0.2	ENE	
合計 平均	15.4	18.6	11.9	15.0	123.5	358.20	95	69	85	0.7	0.3		

## 観測地点：川上演習林 2011年 7月 気象月報

八ヶ岳演習林

日	気 温 °C				降水量 mm	水平面日射量 MJ/m <sup>2</sup>	相 对 湿 度 %			風 速 m/s		風 向	記 事
	9時気温	最 高	最 低	日平均			最 大	最 小	日平均	最 大	日平均		
1	20.5	22.5	16.1	18.8	0.5	12.34	96	64	83	0.7	0.2	E	
2	18.3	22.4	16.2	18.9	13.0	10.89	97	68	88	0.4	0.2	E	
3	18.8	22.9	16.9	19.3	1.0	13.55	96	74	89	0.5	0.2	NE	
4	18.5	22.4	15.8	18.5	12.0	5.88	96	68	89	1.1	0.5	NE	
5	18.4	23.9	14.2	18.4	3.0	20.56	96	46	80	0.7	0.3	ENE	
6	17.7	22.0	13.0	17.3	0.0	13.60	94	70	84	0.7	0.3	E	
7	16.9	18.5	15.0	16.8	4.0	4.62	96	93	95	0.6	0.3	NE	
8	18.5	24.5	16.8	20.0	15.5	18.23	96	67	86	0.6	0.3	ENE	
9	22.5	24.8	17.5	20.1	0.0	10.49	96	71	89	0.4	0.1	ENE	
10	21.6	24.3	17.0	19.5	11.0	12.85	96	75	91	0.4	0.1	E	
11	20.4	25.3	16.4	19.9	0.0	19.67	96	59	86	0.6	0.2	ESE	
12	21.2	25.1	17.2	20.4	0.0	20.16	96	63	85	0.5	0.1	N	
13	20.1	25.3	17.1	20.4	0.0	17.29	96	60	84	0.7	0.2	N	
14	19.4	25.9	16.7	20.5	0.0	14.86	96	64	84	0.7	0.2	WNW	
15	21.7	27.3	18.2	21.7	0.0	18.12	95	54	83	0.5	0.1	N	
16	20.9	26.9	16.9	21.4	0.0	20.53	95	47	78	0.5	0.2	ENE	
17	20.7	26.5	17.4	21.4	0.0	18.93	96	48	81	0.6	0.2	ENE	
18	21.7	23.6	17.3	19.9	0.0	13.75	94	63	81	0.9	0.4	NNE	
19	17.1	17.9	16.0	17.1	67.0	2.11	97	94	96	1.1	0.6	NW	
20	17.9	20.5	16.5	18.2	16.5	3.80	97	89	95	1.1	0.6	NW	
21	15.3	19.6	10.4	15.3	0.0	17.27	96	70	87	0.8	0.4	SSE	
22	15.0	23.0	9.5	15.8	0.0	19.64	97	66	86	0.6	0.1	N	
23	17.6	23.1	12.8	17.3	0.0	17.28	97	63	82	0.7	0.2	E	
24	18.5	19.6	14.5	16.8	0.0	5.89	96	78	91	0.5	0.2	E	
25	17.4	21.4	15.1	17.6	0.0	13.99	96	71	87	0.4	0.2	W	
26	18.2	21.1	15.5	17.8	0.0	13.20	96	80	89	0.7	0.2	W	
27	16.6	19.8	15.9	17.4	0.5	4.83	96	81	92	0.4	0.2	ESE	
28	17.4	21.1	15.7	18.0	8.5	7.35	97	80	92	0.3	0.1	E	
29	16.8	20.9	15.5	17.6	3.5	6.67	97	76	91	0.3	0.1	N	
30	17.8	20.9	15.6	17.5	36.5	7.31	97	80	94	0.4	0.1	N	
31	17.1	18.9	14.9	16.4	12.5	5.60	97	87	95	0.5	0.1	N	
合計 平均	18.7	22.6	15.6	18.6	205.0	391.25	96	70	87	0.6	0.2		

## 観測地点：川上演習林 2011年 8月 気象月報

八ヶ岳演習林

日	気 温 °C				降水量 mm	水平面日射量 MJ/m <sup>2</sup>	相 对 湿 度 %			風 速 m/s		風 向	記 事
	9時気温	最 高	最 低	日平均			最 大	最 小	日平均	最 大	日平均		
1	16.6	18.7	14.3	16.3	0.5	6.52	97	86	94	0.4	0.1	N	
2	17.8	18.3	14.7	16.7	4.0	6.23	97	87	95	0.6	0.2	NW	
3	18.4	20.9	16.2	18.0	1.0	8.90	97	83	93	0.4	0.1	N	
4	17.9	21.9	15.8	18.2	1.0	10.81	97	74	91	0.5	0.1	N	
5	17.9	21.5	15.6	18.3	0.5	11.11	97	78	92	0.9	0.2	N	
6	19.8	23.0	16.9	19.5	0.5	8.24	97	79	91	0.4	0.1	N	
7	20.3	23.2	16.9	19.2	5.5	7.85	97	75	92	0.6	0.1	N	
8	19.8	26.5	17.1	20.4	1.5	17.09	97	56	87	0.6	0.1	N	
9	20.0	26.2	17.2	20.9	0.0	15.99	97	63	87	0.6	0.1	N	
10	21.3	27.1	18.0	21.9	0.0	19.30	96	61	84	0.6	0.2	E	
11	21.8	27.4	17.2	21.3	0.0	17.17	95	48	79	0.7	0.3	SSE	
12	18.2	26.4	16.4	20.4	0.0	16.66	96	50	81	0.4	0.1	N	
13	20.4	25.4	17.7	20.3	9.5	15.80	97	66	88	0.5	0.1	N	
14	20.1	25.3	17.3	20.7	0.0	18.15	97	71	89	0.5	0.1	N	
15	20.1	25.3	16.9	20.1	0.0	15.40	96	60	86	0.4	0.2	ESE	
16	20.1	25.3	15.9	20.3	0.0	15.87	95	59	78	0.6	0.3	ESE	
17	19.8	25.2	16.4	20.5	0.0	15.43	92	62	77	0.5	0.3	E	
18	21.8	26.2	18.8	21.6	1.0	15.47	96	50	77	0.7	0.4	ESE	
19	18.8	19.7	15.7	17.8	14.5	3.93	97	93	96	0.4	0.1	N	
20	14.3	15.9	14.0	14.7	17.0	2.89	98	97	97	0.3	0.1	N	
21	15.6	16.9	14.0	15.6	20.5	3.30	98	96	97	0.4	0.2	NW	
22	15.6	17.7	14.0	16.3	24.0	6.44	98	92	96	0.6	0.2	N	
23	16.9	20.4	16.1	17.6	0.0	7.43	97	82	93	0.8	0.4	N	
24	18.2	21.1	15.7	18.3	12.5	11.79	97	73	88	0.8	0.3	WNW	
25	17.4	17.7	16.9	17.3	33.0	3.12	97	95	96	0.8	0.4	NNE	
26	19.3	20.8	16.6	18.1	4.0	6.73	97	85	94	0.3	0.1	N	
27	17.0	19.8	16.2	17.5	26.5	5.24	97	89	96	0.2	0.0	N	
28	18.3	20.5	15.7	17.6	24.0	5.80	97	86	95	0.3	0.1	N	
29	17.1	22.1	14.8	17.6	0.5	9.11	97	81	93	0.3	0.1	N	
30	16.9	22.7	13.8	17.8	0.0	10.42	97	73	90	0.4	0.1	N	
31	17.9	19.1	16.4	17.4	3.0	4.88	97	85	94	1.1	0.3	NW	
合計 平均	18.6	22.2	16.1	18.7	204.5	323.05	97	75	90	0.5	0.2		

## 筑波大学農林技術センター演習林気象報告 (川上演習林)

観測地点：川上演習林 2011年 9月 気象月報

八ヶ岳演習林

日	気 温 °C				降水量 mm	水平面日射量 MJ/m <sup>2</sup>	相 対 湿 度 %			風 速 m/s		風 向	記 事
	9時気温	最 高	最 低	日平均			最 大	最 小	日平均	最 大	日平均		
1	17.5	19.8	16.1	17.6	15.5	6.45	97	87	95	0.9	0.2	N	
2	18.3	20.5	16.1	18.1	80.0	6.40	97	83	94	2.0	0.7	NW	
3	18.1	18.3	17.2	17.8	76.5	1.60	97	93	96	1.8	1.2	NW	
4	16.1	16.9	15.4	16.0	40.0	1.60	98	93	97	1.6	0.9	NW	
5	16.0	18.0	15.4	16.7	3.5	3.52	98	94	97	0.6	0.3	NNW	
6	13.5	18.8	11.9	14.4	0.5	18.20	98	69	88	0.9	0.3	N	
7	11.8	21.4	10.1	14.5	0.0	19.05	98	41	77	0.5	0.2	E	
8	14.3	21.2	10.7	15.5	0.0	19.07	96	45	77	0.8	0.3	ESE	
9	18.2	23.2	14.8	18.2	0.0	9.40	96	73	89	0.6	0.3	ESE	
10	18.4	24.9	15.9	19.7	0.0	15.89	97	59	86	0.6	0.2	E	
11	19.0	20.8	16.7	18.3	0.0	8.24	97	73	91	0.7	0.3	WNW	
12	17.5	23.2	13.8	18.3	0.0	17.99	97	60	85	0.8	0.2	WNW	
13	17.9	23.8	15.7	18.6	0.0	12.69	96	64	88	0.5	0.1	WNW	
14	17.8	22.9	14.6	18.5	0.0	9.20	97	67	88	0.4	0.1	N	
15	17.6	23.6	15.6	18.6	0.0	17.55	97	62	86	1.0	0.3	E	
16	17.4	20.6	15.3	17.7	5.5	11.48	97	73	88	0.9	0.3	NW	
17	17.5	18.3	16.5	17.5	23.5	2.69	97	95	97	1.0	0.6	NNE	
18	17.3	22.3	16.3	18.2	1.0	13.40	98	69	91	0.9	0.3	NNE	
19	17.1	24.1	14.5	18.4	5.5	16.83	97	61	88	0.7	0.2	N	
20	16.6	17.0	16.3	16.7	24.5	0.98	98	96	97	1.0	0.7	NNE	
21	16.7	17.3	13.2	15.9	143.5	0.68	98	93	97	1.6	0.9	NW	
22	14.0	18.5	8.3	12.5	0.5	8.38	98	74	91	1.1	0.6	WNW	
23	8.2	13.5	4.1	8.5	0.0	9.40	97	71	86	0.6	0.2	W	
24	7.5	15.7	2.9	9.2	0.0	17.04	96	57	84	0.6	0.2	WNW	
25	10.7	13.2	7.3	9.9	0.0	6.65	97	76	91	0.4	0.1	W	
26	10.3	11.1	6.9	9.1	0.5	2.86	97	86	91	0.5	0.1	E	
27	9.9	17.3	6.1	10.4	0.0	15.07	92	51	75	0.7	0.2	E	
28	8.9	17.2	4.7	9.8	0.0	15.74	91	37	67	0.7	0.3	ENE	
29	9.9	17.8	6.2	11.1	0.0	14.89	96	51	81	0.8	0.3	ENE	
30	15.9	21.3	10.8	15.2	0.0	8.40	96	65	85	0.7	0.4	ESE	
合計 平均	15.0	19.4	12.3	15.4	420.5	311.35	97	70	88	0.9	0.4		

観測地点：川上演習林 2011年 10月 気象月報

八ヶ岳演習林

日	気 温 °C				降水量 mm	水平面日射量 MJ/m <sup>2</sup>	相 対 湿 度 %			風 速 m/s		風 向	記 事
	9時気温	最 高	最 低	日平均			最 大	最 小	日平均	最 大	日平均		
1	8.4	11.5	5.6	9.0	0.0	6.97	98	78	90	0.9	0.4	W	
2	9.0	14.5	4.6	8.7	0.0	8.51	96	60	85	1.1	0.5	NE	
3	4.3	11.6	2.8	5.5	0.0	15.12	91	55	78	0.9	0.5	SSW	
4	4.6	13.2	0.7	6.7	0.0	15.13	95	49	78	0.9	0.3	WNW	
5	9.4	11.3	7.2	9.7	15.0	1.63	98	89	95	0.9	0.3	NW	
6	10.6	15.4	8.0	10.9	9.5	8.92	98	73	91	0.7	0.4	ESE	
7	7.4	13.3	2.6	7.6	0.0	13.97	91	52	73	0.9	0.4	E	
8	5.8	12.1	2.1	6.8	1.0	10.41	97	61	83	1.0	0.2	E	
9	8.2	14.5	5.3	9.3	0.0	12.22	97	60	85	0.8	0.4	NE	
10	9.1	18.1	7.2	11.0	0.0	14.40	96	29	69	0.6	0.4	E	
11	9.9	16.5	6.8	10.2	0.0	10.60	96	35	68	0.7	0.3	ESE	
12	6.9	15.9	3.4	9.0	0.0	13.20	97	34	79	0.5	0.2	E	
13	9.3	11.0	7.5	9.3	0.0	4.82	97	83	92	0.7	0.3	WNW	
14	10.4	13.7	7.5	10.5	0.0	5.45	97	59	86	2.0	0.7	NNE	
15	15.3	16.8	10.3	14.3	22.5	4.44	98	83	95	1.4	0.7	NE	
16	14.6	20.3	8.9	14.1	11.5	14.20	98	29	62	1.3	0.7	ESE	
17	9.9	15.0	7.3	10.4	0.0	10.32	86	36	62	1.0	0.4	ESE	
18	7.4	13.0	5.4	7.8	0.0	10.48	95	63	83	0.7	0.3	SW	
19	5.9	11.2	3.3	6.6	0.0	8.64	98	68	86	0.7	0.2	N	
20	8.6	14.5	4.3	9.0	0.0	8.91	96	67	86	0.5	0.2	ESE	
21	9.8	14.0	6.1	10.3	0.5	5.68	97	68	91	0.8	0.2	WNW	
22	14.3	14.6	10.8	13.2	25.0	1.64	98	94	97	1.4	0.7	WNW	
23	13.4	17.5	10.7	13.5	0.5	8.10	98	66	91	1.0	0.4	ENE	
24	12.4	13.7	11.4	12.6	0.0	4.12	97	85	93	1.0	0.4	ENE	
25	11.9	16.2	3.5	10.9	0.0	9.06	98	55	80	1.2	0.6	ESE	
26	2.1	8.3	-2.2	2.7	0.0	12.96	97	54	79	1.0	0.7	NNW	
27	3.7	13.2	-2.7	4.4	0.0	12.53	94	16	64	0.7	0.4	ESE	
28	5.0	11.5	1.5	5.2	0.0	12.14	95	56	80	1.1	0.5	ESE	
29	5.8	15.6	2.5	7.8	0.0	11.49	93	37	69	0.8	0.4	ESE	
30	10.3	11.4	5.8	8.3	0.5	3.63	87	47	67	0.7	0.3	ESE	
31	10.2	14.2	5.2	9.2	1.0	9.41	96	55	83	1.2	0.7	ESE	
合計 平均	8.8	14.0	5.3	9.2	87.0	289.08	96	58	81	0.9	0.4		

## 観測地点：川上演習林 2011年 11月 気象月報

八ヶ岳演習林

日	気 温 °C				降水量 mm	水平面日射量 MJ/m <sup>2</sup>	相 对 湿 度 %			風 速 m/s		風 向	記 事
	9時気温	最 高	最 低	日平均			最 大	最 小	日平均	最 大	日平均		
1	4.7	15.7	2.4	7.3	0.0	10.65	95	27	62	1.0	0.5	ESE	
2	7.5	12.9	2.8	7.3	0.0	9.88	89	37	73	1.2	0.6	ESE	
3	12.3	16.0	7.3	10.5	0.0	4.54	89	50	74	0.7	0.3	ESE	
4	9.1	17.0	6.2	10.1	0.0	9.66	97	50	79	0.8	0.5	ESE	
5	10.8	14.2	6.8	10.5	5.0	5.10	98	69	87	1.0	0.4	E	
6	11.3	12.9	8.7	10.7	5.5	3.25	98	89	95	1.1	0.5	ESE	
7	8.4	12.2	5.5	8.4	0.0	9.34	98	72	91	1.4	0.6	SE	
8	3.9	7.1	-0.3	4.0	0.0	7.79	98	60	80	1.1	0.7	NNW	
9	1.4	5.9	-1.3	1.9	0.0	6.71	95	68	83	1.1	0.4	SE	
10	1.9	9.8	-0.8	3.6	0.0	7.67	97	61	86	0.6	0.2	ESE	
11	4.7	7.8	4.4	6.0	19.0	1.07	98	96	98	1.5	0.6	WNW	
12	6.5	11.9	5.6	8.1	0.0	5.68	98	71	92	0.8	0.4	WSW	
13	5.7	13.9	3.9	7.5	0.0	7.17	98	57	86	0.9	0.4	ESE	
14	3.9	11.8	1.2	4.9	0.0	7.40	97	51	83	1.0	0.3	ESE	
15	1.3	7.2	-1.5	1.7	0.0	8.57	97	43	78	1.8	0.7	ESE	
16	-2.3	7.2	-3.3	0.9	0.0	7.57	92	38	72	1.0	0.7	WSW	
17	0.8	6.9	-0.5	2.8	0.0	6.88	85	22	59	1.7	0.9	ENE	
18	6.5	9.3	4.4	6.4	0.0	5.29	93	66	79	1.1	0.7	ENE	
19	9.2	13.9	6.5	10.5	28.0	0.63	98	92	97	1.3	0.9	E	
20	11.8	13.7	-1.2	9.1	0.0	4.83	92	43	68	1.2	0.7	ESE	
21	-0.9	3.4	-3.1	-0.3	0.0	7.29	90	34	63	1.6	0.7	SSE	
22	-3.1	4.7	-5.7	-0.9	0.0	6.92	90	42	74	0.9	0.5	ESE	
23	1.0	6.9	-0.9	2.7	2.5	5.49	94	49	77	1.1	0.7	ESE	
24	1.3	3.8	-2.9	1.0	0.0	7.33	86	44	64	1.7	1.1	ENE	
25	-1.6	4.5	-5.6	-1.2	0.0	7.60	92	37	66	1.5	0.7	SE	
26	-3.2	4.5	-7.5	-1.5	0.0	6.32	93	54	79	1.4	0.6	E	
27	5.0	11.3	0.0	4.9	0.0	5.71	59	18	36	1.0	0.7	ESE	
28	8.5	11.3	5.0	7.4	0.0	3.04	61	34	52	0.9	0.5	ESE	
29	8.7	14.3	4.6	8.2	0.0	4.72	78	44	61	1.0	0.4	ESE	
30	4.0	12.0	2.7	6.5	0.0	5.52	97	55	79	1.4	0.5	E	
合計 平均	4.6	10.1	1.4	5.3	60.0	189.64	91	52	76	1.2	0.6		

## 観測地点：川上演習林 2011年 12月 気象月報

八ヶ岳演習林

日	気 温 °C				降水量 mm	水平面日射量 MJ/m <sup>2</sup>	相 对 湿 度 %			風 速 m/s		風 向	記 事
	9時気温	最 高	最 低	日平均			最 大	最 小	日平均	最 大	日平均		
1	-1.3	2.6	-3.2	-1.5	1.5	1.51	98	97	97	1.0	0.4	SSW	
2	-2.0	3.7	-3.6	-0.1	6.5	2.66	98	95	97	0.7	0.3	N	
3	2.8	9.3	1.0	5.6	12.0	1.39	98	66	94	1.3	0.5	ENE	
4	0.6	5.0	-1.4	1.4	0.0	5.16	93	56	72	1.2	0.7	SE	
5	0.3	2.6	-4.4	-0.6	0.0	5.09	95	62	78	1.0	0.6	ESE	
6	-0.3	3.8	-4.4	0.5	0.0	4.26	96	76	87	1.2	0.6	E	
7	1.7	6.6	-0.4	2.3	0.0	4.48	94	54	74	0.9	0.6	ESE	
8	2.6	3.1	-2.1	0.8	0.0	1.83	98	77	91	0.9	0.4	ESE	
9	-6.4	-0.5	-8.9	-5.4	4.5	4.75	98	70	86	1.5	0.7	ESE	
10	-7.3	0.2	-8.3	-4.2	0.0	4.77	80	41	61	0.9	0.6	ESE	
11	-3.6	3.3	-5.2	-2.1	0.0	4.54	81	45	65	1.1	0.7	ESE	
12	-1.9	4.9	-3.1	-0.4	0.0	4.38	79	45	65	0.9	0.6	E	
13	-3.4	1.6	-3.7	-1.4	0.0	4.54	97	65	84	1.2	0.5	NW	
14	1.2	6.5	-2.4	0.9	0.0	4.23	93	48	69	1.0	0.6	ESE	
15	3.8	5.7	-2.0	2.2	0.0	4.27	73	27	48	1.4	0.9	ESE	
16	-2.0	-1.3	-8.9	-4.1	0.0	4.69	91	43	69	1.6	0.9	ESE	
17	-8.8	-1.5	-10.0	-6.7	0.0	4.48	83	48	66	1.0	0.5	ESE	
18	-3.7	0.8	-7.2	-3.4	0.0	5.47	73	37	57	1.3	0.7	ESE	
19	-3.9	-0.5	-6.7	-4.0	0.0	5.04	79	40	64	1.2	0.7	ESE	
20	-7.6	-0.6	-8.5	-5.7	0.0	4.81	93	43	76	1.0	0.5	SW	
21	-4.4	0.5	-6.7	-3.4	0.0	4.66	87	57	77	0.9	0.6	E	
22	-1.1	1.1	-6.3	-2.0	0.0	4.78	80	36	60	1.4	0.7	ESE	
23	-7.8	-3.9	-12.7	-7.8	0.0	4.86	91	58	77	1.0	0.5	E	
24	-8.3	-2.2	-11.4	-7.1	0.0	3.89	77	38	60	1.2	0.6	E	
25	-8.0	-4.3	-11.1	-7.5	0.0	4.90	92	43	65	1.4	0.9	SSW	
26	-8.4	-4.7	-10.4	-8.0	0.0	5.31	85	35	61	1.7	0.8	SSW	
27	-10.0	-3.6	-11.9	-9.2	0.0	4.32	87	47	71	0.9	0.5	ESE	
28	-8.5	-1.3	-11.8	-6.9	0.0	4.82	87	44	71	1.1	0.5	WNW	
29	-4.8	1.6	-7.1	-3.5	0.0	4.83	94	38	68	1.1	0.6	ESE	
30	-8.5	-4.2	-9.2	-7.2	0.0	4.62	89	49	63	1.3	1.0	ESE	
31	-8.5	-1.0	-9.3	-6.3	0.0	4.58	85	41	67	1.1	0.6	ESE	
合計 平均	-3.8	1.1	-6.5	-3.1	24.5	133.89	89	52	72	1.1	0.6		

資料

# 筑波大学農林技術センター演習林気象報告 — 井川演習林気象観測データ (2011年) —

今泉文寿<sup>1</sup>・上治雄介<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup> 静岡大学農学部

422-8529 静岡県静岡市駿河区大谷836

<sup>2</sup> 筑波大学農林技術センター井川演習林

428-0504 静岡県静岡市葵区井川1621-2

## はじめに

農林技術センター井川演習林では1967年より総合気象観測装置による気象観測業務を実施し、1983年分からは月報を毎年演習林報告に掲載している。観測項目は、気温、湿度、降水量、日射量、風向、風速の6要素である。

本報告では、井川演習林内の総合気象Ⅰ観測地点における2011年1月から12月までの1年間の観測資料を取りまとめたので報告する。2011年は特に観測上のトラブルもなく、全期間にわたり順調に観測を行うことができた。観測サイト総合気象Ⅰの場所および観測データの取りまとめ方針等は次に示すとおりである。

### 1 観測場所

井川演習林 総合Ⅰ観測地点：静岡県静岡市葵区田代字東河内1246-1

東経 138° 13.6′, 北緯 35° 19.9′, 標高1,175m

※2002年測量法改正による世界測地系に基づく値

## 2 観測機器

表1 参照

### 3 気象月報取りまとめ方法

(1) 日 界：24時

(2) 気 温

最 高：当日の毎正時の最大値

最 低：当日の毎正時の最小値

日平均：当日毎正時の値の算術平均値

(3) 相対湿度

最 高：当日の毎正時の最大値

最 低：当日の毎正時の最小値

日平均：当日毎正時の値の算術平均値

(4) 降水量

当日の日合計値

(5) 日射量

当日の日合計値をメガジュール (MJ/m<sup>2</sup>) 単位に変換。

(6) 風 向

毎正時の値の最頻値を16方位で表示。

表1 観測項目と観測方法の一覧

項 目	センサー	ロ ガ	サンプル方法
気温・湿度	8150.TFF10 (Lufft社)	OPUS II (Lufft社)	1時間平均
気温・湿度	KDC-S2 (ロトロニック社)	OPUS II (Lufft社)	1時間平均
降 水 量	転倒マス型0.5mm/パルス2010年は総合Ⅰでの降水量が欠測であるため、総合Ⅱの降水量を掲載	HOBO H07 (Onset社)	1時間積算
日 射	8346.OP	OPUS II (Lufft社)	1時間平均
風向・風速	セパレート型風向風速計	OPUS II (Lufft社)	ベクトル平均

\*連絡者：上治雄介 筑波大学農林技術センター井川演習林

428-0504 静岡県静岡市葵区井川1621-2

E-mail：ueji.yusuke.fn@un.tsukuba.ac.jp

(7) 風 速

日平均：当日毎正時の値の算術平均値  
 日最大：当日の毎正時の最大値

場合は「-」の記号を記入、それ以下の場合は欠測日を除いた日による合計値・平均値を記入し、観測日数を（ ）内に記入

4 データロガーの回収

データログのデータ回収はパソコンにより行った。

2011年3月現在、総合気象 I 以外にも演習林内5箇所において気象観測を行っている（下表参照）。

5 計算および平均値の取り扱い

- (1) 計算はすべて四捨五入法による
- (2) 日平均は、20%以上記録が欠けている場合は欠測とし、「-」の記号を記入
- (3) 月合計・平均は20%以上記録が欠けている

これらの観測地点における観測データは演習林のWebサイトで公開中である（一部アクセス制限あり）。アドレスは以下のとおりである。

<http://www.nourin.tsukuba.ac.jp/~forest/kishou/index.html>

表2 観測地点一覧

観測地点	北 緯	東 経	標 高
総合気象Ⅱ	138° 13' 16"	35° 20' 54"	1,587 m
無 岳	138° 13' 30"	35° 20' 26"	1,060 m
東 無 岳	138° 14' 29"	35° 20' 24"	1,685 m
2 林 班	138° 13' 14"	35° 20' 14"	1,330 m
3 林 班	138° 13' 10"	35° 20' 17"	1,400 m
井川事務所	138° 13' 23"	35° 13' 23"	755 m

## 筑波大学農林技術センター演習林気象報告（井川演習林）

観測地点：総合気象 I 2011年 1月 気象月報

井川演習林

日	気 温 °C				降水量 mm	水平面日射量 MJ/m <sup>2</sup>	相 対 湿 度 %			風 速 m/s		風 向	記 事
	9時気温	最 高	最 低	日平均			最 大	最 小	日平均	最 大	日平均		
1	-4.0	3.5	-5.2	-2.4	-	5.6	58.0	31.5	42.9	3.5	0.3	ENE	冬季のため降水量の観測 休止（3/31まで）
2	-3.1	4.6	-4.6	-1.6	-	7.5	64.0	36.0	53.1	2.4	0.2	S	
3	-5.1	3.1	-6.2	-2.6	-	6.3	79.0	48.0	68.3	1.5	0.2	SE	
4	-3.8	3.0	-5.3	-2.6	-	7.8	74.5	28.5	52.3	2.9	0.3	ENE	
5	-2.9	3.7	-6.0	-1.5	-	6.0	60.5	20.0	43.8	9.8	1.0	SW	
6	-2.9	3.7	-4.9	-1.5	-	8.0	64.0	23.5	38.3	3.2	0.9	NNE	
7	-6.6	2.3	-7.6	-4.7	-	8.2	50.0	18.5	35.2	1.5	0.3	NE	
8	-7.2	5.1	-8.7	-2.4	-	8.3	52.5	4.5	31.7	4.8	0.7	ESE	
9	0.7	5.7	-3.3	0.9	-	8.2	56.0	9.0	33.0	5.4	0.8	SSW	
10	-7.0	2.7	-7.5	-3.8	-	8.5	66.5	27.5	48.2	1.9	0.4	SSW	
11	-4.7	2.5	-7.8	-3.6	-	9.4	82.0	42.5	65.9	2.7	0.4	SSW	
12	-2.3	1.3	-5.5	-2.6	-	6.5	81.0	32.0	45.5	1.9	0.3	SSW	
13	-5.5	2.9	-6.4	-3.6	-	8.7	68.0	16.5	39.8	2.1	0.4	NE	
14	-5.4	1.5	-7.0	-3.7	-	8.4	66.5	29.5	44.4	5.3	1.2	NE	
15	-0.9	-0.9	-7.4	-3.1	-	2.0	76.5	39.5	54.9	5.5	0.9	S	
16	-7.9	-6.6	-9.3	-7.8	-	5.8	58.5	33.0	44.2	5.0	0.9	NE	
17	-7.2	-0.7	-9.3	-4.7	-	7.6	47.0	29.0	38.4	9.3	1.4	NE	
18	-4.1	4.9	-5.9	-2.3	-	8.8	58.5	23.0	43.0	2.2	0.5	NE	
19	-3.6	5.5	-5.1	-1.5	-	9.1	55.0	15.5	37.5	5.3	0.5	NE	
20	-3.0	3.1	-4.8	-2.3	-	9.0	41.5	17.5	32.2	2.9	0.9	SSW	
21	-5.7	3.5	-6.7	-3.2	-	8.9	75.0	41.0	60.7	0.9	0.2	NE	
22	-0.7	5.3	-5.2	-1.2	-	9.2	67.5	17.0	35.6	3.7	1.1	S	
23	-4.7	5.7	-5.5	-1.6	-	8.3	71.0	12.0	44.0	4.0	0.7	S	
24	-2.0	3.7	-3.5	-1.2	-	9.3	51.5	20.5	38.2	3.1	0.5	SSW	
25	-4.6	4.2	-6.4	-2.9	-	9.5	59.0	17.0	40.5	2.8	0.4	NE	
26	-4.1	-0.9	-6.4	-4.4	-	8.0	58.0	33.5	45.8	9.8	1.0	ENE	
27	-5.2	3.0	-7.3	-3.6	-	10.1	38.0	16.0	29.3	1.0	0.2	NE	
28	-6.0	3.4	-7.4	-3.4	-	9.2	68.5	8.0	42.0	3.3	0.4	SSW	
29	-5.8	1.3	-6.8	-3.8	-	7.6	72.0	28.0	53.9	3.1	0.6	S	
30	-7.7	-5.0	-9.0	-7.3	-	5.8	70.5	31.0	44.5	5.7	0.9	S	
31	-10.1	-2.0	-11.3	-7.3	-	9.3	69.5	21.0	44.9	4.9	0.9	NE	
合計					-	244.9							
平均	-4.6	2.4	-6.6	-3.1		7.9	63.2	24.8	44.3	3.9	0.6		

観測地点：総合気象 I 2011年 2月 気象月報

井川演習林

日	気 温 °C				降水量 mm	水平面日射量 MJ/m <sup>2</sup>	相 対 湿 度 %			風 速 m/s		風 向	記 事
	9時気温	最 高	最 低	日平均			最 大	最 小	日平均	最 大	日平均		
1	-3.1	7.1	-7.6	-1.5	-	10.0	47.0	15.0	35.2	2.0	0.5	NE	
2	-3.9	5.5	-4.5	-0.9	-	9.1	65.0	34.0	50.8	2.7	0.4	SSW	
3	-2.7	7.3	-3.4	0.4	-	10.1	86.0	21.0	48.5	2.6	0.4	SSW	
4	0.4	9.4	-2.3	1.7	-	10.1	75.5	17.0	45.7	3.4	0.5	S	
5	-0.6	8.2	-2.6	1.7	-	6.8	53.0	4.0	28.2	3.6	0.3	SSW	
6	-1.5	8.1	-2.5	1.4	-	7.7	89.5	36.0	60.0	2.1	0.3	SSW	
7	0.4	10.5	-0.8	3.0	-	10.5	73.5	12.5	43.6	3.3	0.4	ENE	
8	0.0	9.5	-0.9	2.5	-	10.5	89.0	11.5	60.2	2.8	0.3	S	
9	1.5	2.8	-2.8	0.4	-	4.4	93.5	35.0	65.4	6.3	0.8	NE	
10	-3.0	2.8	-4.0	-1.5	-	8.4	84.5	57.5	69.1	1.1	0.2	SW	
11	-2.6	-0.7	-3.0	-1.7	-	0.2	94.0	86.0	90.2	1.1	0.1	SSW	
12	-2.4	-0.9	-7.2	-3.0	-	1.3	95.0	70.0	86.4	1.6	0.1	ESE	
13	-6.7	1.9	-8.6	-4.2	-	9.8	83.5	61.0	69.8	1.2	0.1	ENE	
14	-2.9	0.3	-5.0	-2.3	-	4.0	93.5	69.5	84.5	0.1	0.0	E	
15	-2.7	2.8	-5.4	-1.3	-	10.0	94.5	34.0	75.6	3.7	0.3	ESE	
16	-4.4	6.7	-6.2	-0.8	-	11.4	85.5	55.5	72.5	0.7	0.1	E	
17	1.9	5.7	-1.3	1.8	-	5.2	94.0	61.0	77.6	1.6	0.1	E	
18	5.4	10.2	0.5	5.2	-	10.8	95.0	23.5	62.9	3.0	0.4	ENE	
19	-0.7	6.2	-1.6	1.2	-	12.4	84.0	52.5	73.4	3.2	0.6	SSW	
20	1.0	7.1	-1.6	2.5	-	7.3	80.5	24.0	54.7	0.6	0.1	E	
21	1.3	8.9	-0.9	2.7	-	11.3	75.5	27.5	61.6	1.5	0.2	ENE	
22	1.4	10.0	-2.2	1.9	-	12.0	76.0	12.0	44.1	1.1	0.1	ESE	
23	-1.2	9.2	-2.7	2.1	-	11.7	81.5	25.5	53.8	2.0	0.2	SW	
24	2.2	4.0	0.9	2.5	-	2.7	94.5	86.5	91.5	0.1	0.0	SSW	
25	7.4	9.7	1.5	5.4	-	8.3	94.5	27.0	62.6	4.0	1.0	S	
26	-1.2	7.2	-1.6	2.1	-	11.9	81.5	20.5	55.4	4.5	0.5	SSW	
27	2.3	9.4	-0.8	4.4	-	7.6	80.5	40.0	59.6	2.6	0.4	NE	
28	5.1	6.0	3.4	4.9	-	1.7	95.0	89.0	93.6	1.7	0.2	SSW	
合計					-	227.0							
平均	-0.3	6.2	-2.6	1.1		8.1	83.4	39.6	63.4	2.3	0.3		

## 観測地点：総合気象 I 2011年 3月 気象月報

井川演習林

日	気 温 °C				降水量 mm	水平面日射量 MJ/m <sup>2</sup>	相 对 湿 度 %			風 速 m/s		風 向	記 事
	9時気温	最 高	最 低	日平均			最 大	最 小	日平均	最 大	日平均		
1	2.1	3.7	1.6	2.8	—	1.7	96.0	93.0	95.1	1.1	0.1	W	
2	0.5	4.3	-3.7	0.3	—	11.9	94.0	32.0	57.6	7.6	1.5	E	
3	-5.4	2.6	-6.8	-3.5	—	10.0	65.5	26.0	49.4	2.6	0.5	SSW	
4	-6.1	3.2	-8.0	-4.0	—	13.0	46.0	17.5	33.3	1.5	0.4	S	
5	-5.1	6.8	-7.6	-1.7	—	12.8	70.0	27.0	49.6	2.2	0.3	ENE	
6	4.1	8.9	-2.4	4.3	—	10.6	55.0	5.5	18.0	7.9	1.2	SSW	
7	0.6	3.9	-1.4	0.8	—	2.8	95.0	74.0	89.7	0.3	0.0	SSW	
8	-3.5	5.0	-4.5	-1.1	—	13.4	90.0	36.5	57.9	3.9	0.8	NE	
9	-1.8	2.1	-5.5	-2.6	—	11.8	65.0	30.0	48.0	5.6	1.2	NE	
10	-5.3	3.2	-7.1	-2.8	—	13.3	49.5	14.5	33.5	5.9	1.4	SSW	
11	-2.6	-0.5	-6.5	-3.3	—	5.9	68.0	32.0	45.0	3.2	0.9	NE	
12	-3.0	6.5	-5.5	-0.5	—	11.1	70.5	25.5	43.2	1.8	0.3	SSW	
13	2.7	13.8	0.0	4.9	—	13.6	55.0	7.0	26.3	2.5	0.5	SSE	
14	7.8	13.1	0.9	6.6	—	12.9	77.5	30.0	44.1	3.7	0.7	S	
15	6.7	12.2	4.0	6.7	—	10.8	79.0	40.0	57.9	5.4	0.6	SW	
16	-1.3	4.0	-6.4	-1.5	—	6.3	76.0	27.0	43.2	6.5	1.3	SSW	
17	-5.9	-1.2	-8.5	-5.5	—	12.2	48.5	19.5	33.0	2.3	0.4	NNE	
18	-5.4	7.4	-8.3	-2.0	—	14.4	69.0	10.5	36.8	3.6	0.5	SSW	
19	5.4	12.1	-2.8	4.2	—	13.6	69.0	4.5	32.4	6.3	1.0	NE	
20	5.1	13.7	1.2	6.4	—	8.5	94.0	20.0	55.7	4.4	0.4	S	
21	9.6	12.0	5.3	9.0	—	3.4	95.5	80.0	93.1	1.8	0.1	S	
22	3.8	5.5	0.4	3.7	—	3.8	96.0	73.5	91.3	1.2	0.2	S	
23	0.0	4.2	-2.5	0.0	—	8.9	93.5	63.5	79.6	5.0	0.6	SSW	
24	-2.6	2.0	-4.2	-1.9	—	10.0	94.0	30.0	68.2	3.6	0.5	SSW	
25	-0.3	3.9	-4.5	-1.1	—	8.7	89.5	13.5	54.3	8.1	0.9	SSW	
26	-1.5	0.9	-6.0	-2.1	—	12.3	71.5	26.0	43.3	4.4	0.7	NE	
27	-3.9	3.9	-7.3	-2.3	—	15.8	74.0	30.0	53.1	2.9	0.6	SSW	
28	-2.8	5.3	-5.3	-0.8	—	14.7	80.5	39.0	62.9	2.3	0.5	ESE	
29	1.1	9.3	-2.6	2.3	—	16.6	57.0	17.5	39.1	2.2	0.3	S	
30	1.7	9.2	-1.6	2.7	—	11.3	60.0	23.0	46.5	2.7	0.4	ENE	
31	2.7	5.9	-1.4	1.6	—	16.4	55.0	17.5	35.7	4.9	1.0	NNE	
合計					—	332.6							
平均	-0.1	6.0	-3.5	0.6		10.7	74.2	31.8	52.2	3.8	0.6		

## 観測地点：総合気象 I 2011年 4月 気象月報

井川演習林

日	気 温 °C				降水量 mm	水平面日射量 MJ/m <sup>2</sup>	相 对 湿 度 %			風 速 m/s		風 向	記 事
	9時気温	最 高	最 低	日平均			最 大	最 小	日平均	最 大	日平均		
1	0.5	11.5	-3.2	3.1	0.0	16.3	80.5	29.5	50.6	1.9	0.3	SSW	
2	8.3	14.0	2.2	7.5	0.0	15.0	42.0	9.0	27.1	3.6	1.0	ENE	
3	4.4	6.0	-0.7	3.3	0.0	8.0	79.0	39.5	62.3	2.1	0.3	SSW	
4	0.6	7.7	-1.4	1.8	0.0	14.8	77.5	45.5	64.6	1.8	0.3	S	
5	1.5	12.0	-2.3	3.6	0.0	16.7	68.0	15.5	47.4	3.3	0.5	SSW	
6	4.5	14.4	0.5	6.1	0.0	16.6	57.0	23.0	42.9	2.5	0.5	ESE	
7	5.9	14.8	1.7	7.0	0.0	16.0	77.5	23.0	43.5	4.1	0.5	SSW	
8	8.3	11.8	4.8	7.2	1.0	11.5	93.5	40.0	72.1	5.2	1.5	SSW	
9	8.4	13.7	5.7	8.7	34.5	4.6	96.0	63.0	85.5	2.8	0.3	SSW	
10	6.1	13.0	3.7	7.0	0.0	14.6	94.5	52.5	74.3	2.2	0.4	SSW	
11	5.8	13.4	2.5	6.5	0.5	15.0	93.5	19.0	60.8	4.0	0.5	NE	
12	1.6	9.7	0.2	3.5	0.5	14.9	74.0	33.5	51.6	2.2	0.5	E	
13	4.0	14.4	0.4	6.6	0.0	17.1	39.5	6.0	23.9	4.9	0.9	NE	
14	7.8	17.3	3.1	9.0	0.0	16.9	52.5	19.0	33.3	3.3	0.7	ESE	
15	7.5	15.9	4.5	8.4	2.5	13.4	90.5	33.5	59.3	5.1	0.6	S	
16	11.2	16.3	7.4	11.0	0.5	15.6	93.5	14.5	44.9	4.6	1.1	NE	
17	6.5	14.0	4.0	7.9	0.0	15.2	88.5	31.0	59.9	2.7	0.6	SSW	
18	8.6	14.8	4.1	8.1	7.0	11.6	94.0	47.5	75.0	1.9	0.4	SSW	
19	6.1	7.8	0.7	4.6	11.5	12.5	94.5	54.0	76.0	4.2	0.6	SSE	
20	4.2	13.0	0.8	5.5	0.0	19.7	80.0	42.5	59.4	2.2	0.4	SSW	
21	5.3	14.1	1.7	7.1	0.0	16.6	93.0	48.0	74.8	3.1	0.4	SSW	
22	7.4	11.0	3.4	6.8	0.5	7.2	92.0	49.5	77.9	0.4	0.0	S	
23	8.6	9.8	6.4	8.2	97.0	2.0	96.0	61.5	91.7	2.8	0.7	SSW	
24	7.7	12.6	1.6	6.1	2.0	14.8	85.0	12.5	42.1	4.1	0.7	NE	
25	5.3	6.5	2.4	4.3	1.0	9.8	82.0	32.0	52.7	2.7	0.6	SSW	
26	8.5	10.9	3.9	7.5	0.0	5.8	86.0	38.0	56.8	3.4	0.9	SSW	
27	14.4	16.5	10.3	12.6	35.0	10.1	95.0	33.0	62.5	6.9	2.5	SSW	
28	10.8	14.9	4.4	9.8	25.5	18.9	92.5	23.5	50.3	3.9	0.7	SSW	
29	5.4	12.6	2.6	7.0	0.0	16.3	59.0	25.0	40.5	6.3	0.7	SSW	
30	9.9	14.6	5.7	9.4	0.0	5.4	77.0	23.0	46.1	5.0	1.1	S	
合計					219.0	392.7							
平均	6.5	12.6	2.7	6.8		13.1	80.8	32.9	57.0	3.4	0.7		

## 筑波大学農林技術センター演習林気象報告 (井川演習林)

観測地点：総合気象 I 2011年 5月 気象月報

井川演習林

日	気 温 °C				降水量 mm	水平面日射量 MJ/m <sup>2</sup>	相 対 湿 度 %			風 速 m/s		風 向	記 事
	9時気温	最 高	最 低	日平均			最 大	最 小	日平均	最 大	日平均		
1	7.9	12.5	7.8	9.1	31.0	1.7	95.0	42.5	81.6	5.5	0.7	S	
2	15.6	19.6	8.4	13.1	0.0	15.9	74.0	5.0	39.5	3.8	1.3	SSW	
3	11.1	12.8	6.3	9.0	0.0	6.4	76.0	37.5	62.4	1.4	0.1	E	
4	9.0	15.0	4.9	9.3	0.0	16.4	84.0	41.0	66.9	2.2	0.4	SSW	
5	10.4	14.9	6.5	9.5	0.0	12.7	85.0	47.0	68.7	2.4	0.6	SSW	
6	8.7	14.8	4.4	8.9	0.0	10.2	83.5	55.5	74.2	2.3	0.4	SSW	
7	8.4	15.3	6.9	10.5	0.0	6.5	92.5	66.0	81.9	0.7	0.1	S	
8	15.6	19.7	10.8	15.2	0.0	18.7	75.5	12.0	31.8	8.8	1.6	S	
9	12.8	20.4	10.8	14.6	0.0	11.5	62.5	7.5	34.6	4.4	0.9	SSW	
10	19.5	19.5	15.6	17.6	36.5	3.5	95.5	55.0	75.8	6.2	1.7	SSW	
11	13.4	15.5	11.0	12.9	161.5	0.8	96.5	95.5	96.1	1.8	0.1	SSW	
12	14.1	14.8	12.2	13.9	11.0	4.1	97.0	96.0	96.6	0.2	0.0	SSW	
13	18.4	21.1	8.9	16.0	1.0	17.3	96.5	9.5	36.2	5.0	0.9	SSW	
14	11.2	16.5	7.0	11.3	0.0	15.9	42.5	16.0	27.7	5.5	1.3	S	
15	10.4	18.1	5.7	11.0	0.0	16.3	53.5	16.0	34.5	4.0	1.0	S	
16	11.2	16.3	6.7	10.9	0.0	12.1	86.5	41.0	58.3	1.0	0.2	SSW	
17	11.5	14.6	7.4	10.6	0.0	12.2	88.5	53.0	69.2	3.7	0.3	S	
18	11.1	18.1	5.6	11.3	0.0	19.1	74.5	18.5	51.7	3.2	0.6	NE	
19	12.2	21.6	7.2	13.4	0.0	18.9	69.0	25.5	43.7	1.9	0.3	S	
20	14.3	23.3	9.4	15.2	0.0	17.0	83.5	26.0	47.3	2.2	0.3	SW	
21	16.0	24.9	10.7	17.0	0.0	17.4	86.5	25.5	52.2	2.0	0.4	SSW	
22	16.1	16.3	13.7	15.0	5.5	4.6	96.0	84.0	90.2	1.2	0.1	SSW	
23	12.4	13.4	7.1	11.2	21.0	5.0	95.0	88.0	91.6	4.1	0.8	NE	
24	6.4	15.1	5.6	9.2	30.0	16.4	91.0	55.5	79.4	5.1	1.2	NE	
25	11.7	18.7	6.8	12.5	0.0	16.1	85.5	45.5	64.5	2.0	0.2	SSW	
26	13.6	15.8	8.7	11.9	2.5	8.8	91.0	56.5	72.1	2.1	0.2	SSW	
27	9.2	12.2	8.3	10.3	6.0	6.2	95.0	91.5	93.9	2.2	0.1	WSW	
28	13.9	15.4	11.2	13.8	27.0	5.1	96.0	95.0	95.6	0.1	0.0	SSW	
29	15.1	16.6	13.9	15.2	144.0	2.4	97.0	94.5	96.4	4.5	0.8	S	
30	13.9	20.1	11.4	14.7	18.5	15.5	97.0	57.0	84.0	2.2	0.3	S	
31	12.0	12.8	9.0	10.7	0.0	5.2	96.5	75.0	88.2	2.4	0.4	SSW	
合計					495.5	340.1							
平均	12.5	17.0	8.7	12.4		11.0	85.1	49.5	67.3	3.0	0.6		

観測地点：総合気象 I 2011年 6月 気象月報

井川演習林

日	気 温 °C				降水量 mm	水平面日射量 MJ/m <sup>2</sup>	相 対 湿 度 %			風 速 m/s		風 向	記 事
	9時気温	最 高	最 低	日平均			最 大	最 小	日平均	最 大	日平均		
1	9.2	10.0	8.3	9.0	10.5	2.3	97.0	96.0	96.6	0.1	0.0	SSW	
2	9.9	11.1	8.2	9.8	15.5	2.5	97.0	96.5	96.7	0.1	0.0	SSW	
3	12.5	17.9	8.6	12.9	0.0	12.4	96.5	64.0	85.6	1.1	0.1	SW	
4	12.2	22.1	7.4	14.3	0.0	18.3	86.5	36.0	60.0	3.0	0.7	ESE	
5	15.9	18.8	11.0	14.3	0.0	7.1	91.0	62.0	75.7	1.5	0.2	SSW	
6	14.3	19.8	9.9	14.5	0.0	14.4	84.5	50.0	69.3	1.9	0.4	SSW	
7	13.7	15.7	11.5	13.2	0.0	6.9	87.5	66.5	80.2	0.7	0.1	S	
8	14.0	20.0	11.5	14.6	0.0	12.9	92.0	57.0	79.5	1.5	0.2	SSW	
9	15.9	21.6	13.1	16.0	0.0	17.9	96.0	59.0	82.1	1.2	0.2	SSW	
10	15.8	19.3	12.1	15.7	1.5	10.1	92.0	70.5	79.6	1.2	0.2	SSW	
11	16.4	20.0	14.0	16.7	63.5	5.6	96.0	87.0	93.9	0.5	0.0	NE	
12	16.5	20.0	13.1	16.0	9.5	10.2	95.0	75.0	86.6	0.9	0.2	NE	
13	17.2	20.4	12.7	16.4	37.5	13.3	96.5	73.0	87.0	1.5	0.4	S	
14	16.1	20.3	12.2	15.7	0.0	11.5	88.0	61.5	78.0	2.0	0.4	S	
15	15.0	16.3	12.4	13.8	0.0	9.8	90.0	70.5	82.9	1.6	0.3	SSW	
16	14.1	15.3	11.2	13.0	7.0	6.0	95.0	78.0	88.5	0.6	0.1	SSW	
17	15.6	17.8	12.5	14.5	6.0	6.9	96.5	86.0	94.9	0.2	0.0	SSW	
18	15.5	15.5	14.0	14.6	13.0	4.0	97.0	95.0	96.5	0.8	0.1	SSW	
19	15.9	17.2	13.7	15.5	0.0	6.7	97.0	89.5	94.5	0.6	0.1	SSW	
20	17.0	17.7	14.4	16.2	0.0	5.1	97.0	91.0	95.5	1.2	0.1	SSW	
21	17.2	20.8	15.2	18.0	7.0	7.4	96.0	57.0	76.8	5.1	0.7	S	
22	20.6	25.7	14.8	20.5	0.0	13.2	71.0	36.0	57.4	5.3	0.7	NE	
23	22.3	24.0	18.6	22.2	0.5	4.4	82.5	54.5	61.0	6.3	2.1	S	
24	22.8	24.4	22.2	23.2	0.0	10.1	61.0	47.0	54.3	8.0	3.3	SSW	
25	24.0	27.2	18.7	22.3	2.0	7.3	84.5	46.0	65.9	4.2	0.9	SSW	
26	19.9	24.4	16.5	20.0	0.0	11.9	90.5	56.5	77.9	2.8	0.3	S	
27	18.7	21.0	16.4	18.7	16.5	6.7	95.5	86.0	92.9	2.0	0.2	SSW	
28	22.8	27.3	18.4	22.3	0.0	15.6	95.5	48.0	67.8	1.9	0.3	SW	
29	23.4	29.2	19.8	23.5	0.0	16.7	83.0	52.0	67.1	6.9	0.8	SSW	
30	21.4	26.8	18.2	21.3	6.5	14.0	85.0	62.0	73.0	2.0	0.4	ENE	
合計					196.5	291.1							
平均	16.9	20.3	13.7	16.6		9.7	90.4	67.0	79.9	2.2	0.4		

## 観測地点：総合気象 I 2011年 7月 気象月報

井川演習林

日	気 温 °C				降水量 mm	水平面日射量 MJ/m <sup>2</sup>	相 对 湿 度 %			風 速 m/s		風 向	記 事
	9時気温	最 高	最 低	日平均			最 大	最 小	日平均	最 大	日平均		
1	22.7	25.1	17.3	20.9	2.0	10.3	92.0	60.0	75.1	2.5	0.5	ENE	
2	19.2	24.9	16.4	20.0	2.5	9.9	93.0	68.5	85.5	1.1	0.1	SSW	
3	20.1	24.5	17.3	20.4	0.0	14.3	94.0	71.5	85.7	1.3	0.3	SSW	
4	23.3	25.8	17.6	21.9	13.5	8.9	95.0	50.0	70.1	5.8	2.2	SSW	
5	20.0	27.1	16.9	20.7	15.0	20.1	94.0	32.5	68.6	2.5	0.5	NE	
6	19.5	25.5	15.0	18.9	3.5	15.6	93.0	58.0	78.8	3.3	0.5	SSW	
7	17.8	19.0	16.0	17.7	8.0	3.0	96.0	89.0	94.3	3.1	0.2	SSW	
8	19.5	28.1	17.7	21.4	8.5	14.9	95.5	51.5	82.6	2.4	0.4	SSW	
9	22.0	27.5	18.5	21.9	0.0	13.4	88.5	63.5	79.9	1.7	0.4	SSW	
10	20.5	27.8	17.3	20.9	3.5	14.9	92.0	60.5	80.9	5.0	0.4	ENE	
11	19.9	27.5	16.4	20.8	0.0	17.0	92.5	56.5	79.8	2.2	0.4	SSW	
12	19.8	27.7	16.5	20.9	0.0	14.9	90.0	58.0	78.9	2.6	0.4	SSW	
13	20.1	26.6	18.0	21.2	0.0	18.4	89.0	59.5	80.2	1.8	0.3	SSW	
14	20.0	27.5	17.1	21.3	0.0	17.0	86.0	61.5	77.0	1.5	0.3	E	
15	20.9	28.6	17.2	22.2	0.0	18.2	85.5	57.5	72.7	1.9	0.3	ENE	
16	21.0	28.5	17.3	22.2	0.0	15.4	86.5	48.5	72.7	2.9	0.4	SSW	
17	19.9	29.6	16.3	21.9	0.0	17.9	81.0	43.5	64.6	3.1	0.5	ENE	
18	22.7	24.9	18.1	20.7	10.5	8.5	92.0	59.0	77.7	1.1	0.1	NE	
19	17.5	19.2	17.2	18.5	327.5	2.2	95.5	92.0	94.1	3.7	0.8	SSW	
20	19.7	21.3	18.0	19.8	118.0	4.3	96.0	77.5	91.9	5.6	1.6	NNE	
21	19.6	25.8	16.7	20.5	0.0	13.3	90.0	56.5	73.6	5.0	1.1	NE	
22	17.9	24.2	16.4	18.8	0.0	19.5	92.5	65.5	82.4	1.5	0.2	SSW	
23	18.7	25.6	15.7	19.8	0.0	17.5	90.0	58.5	79.9	1.6	0.2	SSW	
24	19.9	22.8	16.7	18.9	0.0	12.5	92.5	71.0	84.4	1.5	0.3	SSW	
25	18.0	23.3	14.8	18.2	0.0	9.2	90.5	67.0	81.3	0.7	0.2	ENE	
26	18.3	22.1	15.3	18.2	0.0	10.1	87.0	73.5	81.2	1.2	0.2	SSW	
27	18.0	21.3	16.6	18.3	12.0	7.5	93.5	84.0	88.8	1.0	0.0	SSW	
28	18.3	20.7	17.3	18.5	4.0	3.5	95.0	88.0	92.0	0.9	0.1	NE	
29	19.6	22.8	16.6	19.5	1.0	9.0	91.5	73.5	86.6	0.8	0.0	SE	
30	19.8	21.6	16.6	18.2	22.0	5.2	94.0	80.0	89.4	2.6	0.3	NE	
31	18.7	19.6	16.6	17.7	36.5	4.6	95.5	90.5	94.1	0.4	0.0	ESE	
合計					588.0	370.9							
平均	19.8	24.7	16.8	20.0		12.0	91.6	65.4	81.4	2.3	0.4		

## 観測地点：総合気象 I 2011年 8月 気象月報

井川演習林

日	気 温 °C				降水量 mm	水平面日射量 MJ/m <sup>2</sup>	相 对 湿 度 %			風 速 m/s		風 向	記 事
	9時気温	最 高	最 低	日平均			最 大	最 小	日平均	最 大	日平均		
1	18.3	20.7	16.3	18.0	0.5	6.1	95.5	81.0	91.0	1.9	0.2	S	
2	19.2	20.3	16.3	18.2	0.5	6.7	95.0	81.5	90.1	0.7	0.1	SSW	
3	18.0	21.3	16.0	18.4	8.5	4.8	95.0	83.0	92.2	0.0	0.0	E	
4	18.2	24.8	15.6	19.9	1.0	13.2	94.5	62.0	80.8	2.0	0.6	NNE	
5	20.1	24.4	18.0	20.4	0.5	10.7	92.0	71.0	85.7	1.4	0.2	SSW	
6	20.5	24.5	18.1	20.8	23.5	9.8	93.0	76.5	89.3	0.9	0.0	S	
7	20.1	25.8	17.6	20.0	28.0	7.0	95.0	74.5	90.1	1.8	0.2	S	
8	20.0	27.0	17.7	20.8	3.0	11.5	94.5	71.5	88.4	2.4	0.5	S	
9	19.9	28.1	17.3	21.4	0.0	12.7	93.0	66.5	85.7	1.3	0.2	E	
10	20.4	28.0	18.4	22.3	0.0	13.4	91.0	67.0	81.7	1.0	0.2	SSW	
11	22.4	29.9	19.0	23.0	0.0	13.4	80.0	44.5	67.1	3.0	0.6	NE	
12	19.6	29.1	16.7	21.9	0.0	13.8	84.5	52.5	66.8	1.9	0.3	E	
13	21.0	27.1	18.0	21.3	0.0	11.2	86.5	66.5	80.9	1.8	0.3	SSW	
14	20.6	27.9	18.2	21.9	0.0	13.2	89.5	66.0	81.1	1.5	0.3	S	
15	19.6	26.3	16.6	20.9	0.0	9.3	86.5	65.5	77.9	1.9	0.3	ENE	
16	20.2	27.9	17.8	22.0	0.0	11.3	82.0	49.0	68.3	2.4	0.5	SW	
17	21.8	28.4	18.9	22.6	0.0	12.4	76.5	49.0	65.7	2.7	0.4	NNE	
18	22.5	29.4	20.1	23.3	0.0	12.9	88.5	42.0	69.4	1.5	0.3	NE	
19	20.3	22.4	18.0	20.2	2.0	4.7	94.0	87.5	90.9	0.7	0.1	SSW	
20	17.0	17.8	16.1	16.9	9.5	1.4	96.0	94.0	95.3	0.5	0.0	SSW	
21	17.3	18.6	16.2	17.4	18.0	1.9	96.0	95.0	95.6	0.6	0.0	SSW	
22	18.0	20.9	16.8	18.2	47.0	7.1	96.0	87.0	94.5	1.3	0.2	SSW	
23	18.3	23.4	17.2	19.3	0.5	6.3	96.0	76.5	89.5	1.6	0.2	SSW	
24	18.6	24.5	14.8	19.4	19.0	12.7	93.5	72.0	85.0	2.6	0.4	SSW	
25	18.0	20.7	17.3	18.7	83.5	4.0	95.5	91.5	93.7	2.0	0.1	ENE	
26	18.7	23.7	16.9	19.7	0.5	9.9	95.0	79.0	90.7	1.7	0.2	SSW	
27	19.6	21.0	17.5	18.9	8.0	5.2	95.5	88.0	93.8	1.4	0.1	SSW	
28	18.2	21.9	17.0	18.8	1.0	4.5	95.5	84.5	92.8	1.4	0.1	S	
29	18.1	22.5	16.3	19.0	0.0	7.1	95.5	80.5	89.0	0.4	0.0	ENE	
30	18.5	28.0	16.1	20.5	0.0	14.3	90.5	45.5	72.6	1.8	0.4	E	
31	19.5	20.6	17.9	18.9	42.5	4.1	94.5	80.5	90.2	0.7	0.1	NNE	
合計					297.0	276.6							
平均	19.4	24.4	17.2	20.1		8.9	91.8	72.0	84.7	1.5	0.2		

## 筑波大学農林技術センター演習林気象報告 (井川演習林)

観測地点：総合気象 I 2011年 9月 気象月報

井川演習林

日	気 温 °C				降水量 mm	水平面日射量 MJ/m <sup>2</sup>	相 対 湿 度 %			風 速 m/s		風 向	記 事
	9時気温	最 高	最 低	日平均			最 大	最 小	日平均	最 大	日平均		
1	19.9	20.2	18.2	19.0	92.0	3.5	95.5	82.0	93.1	3.0	0.2	NE	
2	18.9	19.9	18.0	19.0	151.5	2.4	95.5	86.5	94.3	4.7	1.2	S	
3	19.0	19.6	18.3	19.0	214.0	2.3	96.5	95.5	95.9	9.0	2.6	SSW	
4	17.0	18.6	16.4	17.2	136.0	1.6	96.5	96.0	96.3	6.3	0.8	S	
5	17.3	19.8	16.4	18.0	7.0	4.5	97.0	94.5	96.1	1.0	0.1	NE	
6	15.5	22.1	12.7	16.6	0.0	13.5	95.0	72.0	87.8	2.0	0.4	E	
7	12.0	24.3	8.0	14.6	0.0	15.4	91.0	49.5	67.4	1.9	0.3	E	
8	14.4	25.5	11.2	16.7	0.0	15.4	84.5	35.5	54.0	1.6	0.2	E	
9	19.1	27.6	16.1	20.7	0.0	14.0	88.5	51.0	78.7	2.7	0.3	SSW	
10	19.1	28.4	16.5	20.8	0.0	14.3	89.0	60.5	80.5	3.0	0.3	ESE	
11	19.5	24.9	16.6	19.5	0.0	8.3	91.0	65.5	82.9	1.4	0.1	SSW	
12	16.4	27.6	14.2	19.6	0.0	16.1	89.0	56.0	76.8	1.8	0.2	SSW	
13	17.5	26.6	16.0	20.1	0.0	13.1	88.5	60.0	80.9	1.4	0.3	SSW	
14	17.3	27.7	15.1	20.2	0.0	13.5	89.0	54.0	78.4	2.1	0.3	SSW	
15	17.1	27.2	15.0	20.0	0.0	14.9	88.5	52.0	76.3	2.4	0.4	SSW	
16	17.5	25.3	14.7	19.1	7.0	10.1	92.0	58.5	80.3	0.7	0.2	S	
17	19.5	20.5	18.1	19.1	61.5	4.0	94.5	91.0	93.0	0.8	0.0	SSW	
18	16.7	26.5	16.3	19.7	0.0	14.5	94.5	59.5	84.1	1.3	0.2	SSW	
19	16.8	27.2	14.7	19.2	15.0	12.5	92.0	60.0	79.5	2.2	0.2	SSW	
20	18.4	19.0	17.6	18.3	55.0	2.6	94.5	89.0	93.1	1.7	0.2	S	
21	18.8	18.9	15.6	17.7	300.5	0.6	96.0	79.0	92.7	4.2	1.2	SSW	
22	16.1	21.3	13.1	16.3	0.0	10.0	93.5	57.0	78.8	2.1	0.3	NNE	
23	11.3	18.4	9.5	13.1	18.0	9.8	94.5	69.0	86.8	1.4	0.2	SSW	
24	9.5	18.5	7.1	11.8	0.0	11.5	92.5	61.5	83.7	1.4	0.2	SSW	
25	10.8	16.3	8.1	11.8	0.0	7.7	91.5	72.5	83.8	1.1	0.1	S	
26	12.8	13.3	10.7	12.1	2.5	2.2	93.0	86.5	90.2	1.4	0.1	S	
27	13.3	21.0	10.3	13.6	0.5	12.5	92.0	47.0	77.1	2.3	0.2	ENE	
28	11.2	21.4	9.2	13.3	0.0	12.9	84.0	44.0	72.8	2.0	0.2	SSW	
29	10.3	21.4	7.7	13.4	0.0	11.8	89.0	56.0	75.9	1.5	0.1	SSW	
30	14.2	19.7	11.7	15.6	0.5	2.1	93.0	45.5	77.2	5.3	0.9	ESE	
合計 平均	15.9	22.3	13.8	17.2	1061.0	277.4	92.1	66.2	82.9	2.5	0.4		

観測地点：総合気象 I 2011年 10月 気象月報

井川演習林

日	気 温 °C				降水量 mm	水平面日射量 MJ/m <sup>2</sup>	相 対 湿 度 %			風 速 m/s		風 向	記 事
	9時気温	最 高	最 低	日平均			最 大	最 小	日平均	最 大	日平均		
1	15.0	21.4	11.9	15.0	0.0	13.2	89.0	47.5	70.1	1.8	0.6	SSW	
2	13.2	19.3	9.8	12.8	0.0	9.8	91.5	35.0	69.1	5.9	0.6	S	
3	10.8	16.9	7.7	11.1	0.0	9.9	88.5	35.5	75.0	2.6	0.4	SSW	
4	7.2	18.1	4.9	10.1	0.0	11.6	87.0	48.5	75.1	2.1	0.4	SSW	
5	10.8	12.7	9.3	11.5	52.5	2.1	94.5	88.0	92.9	0.4	0.0	NNE	
6	15.5	22.5	9.9	15.2	1.5	11.9	95.5	65.5	85.4	2.0	0.2	SSW	
7	9.7	20.3	7.4	12.0	0.0	10.6	84.0	35.5	64.3	2.5	0.3	NE	
8	10.3	15.7	6.6	10.5	0.0	9.9	91.0	60.0	80.8	2.0	0.4	SSW	
9	8.8	19.2	6.1	11.0	0.0	9.8	88.5	51.5	77.4	1.9	0.2	NE	
10	9.4	20.9	6.8	12.1	0.0	10.2	88.0	25.0	62.4	1.5	0.3	ESE	
11	11.7	18.7	8.0	11.6	0.0	7.2	79.0	54.0	69.1	1.2	0.1	E	
12	10.8	19.9	8.0	12.6	0.0	10.4	84.5	52.5	66.3	2.5	0.5	NNE	
13	10.4	13.9	7.8	10.3	0.0	4.8	85.0	71.0	79.9	1.1	0.2	ENE	
14	11.9	14.3	8.2	11.2	4.0	2.8	92.0	74.5	83.4	2.0	0.1	ENE	
15	16.6	17.5	10.9	15.1	87.5	3.6	95.0	84.5	93.1	1.3	0.1	S	
16	13.7	22.6	10.7	15.5	23.5	10.5	95.0	23.0	55.0	2.7	0.7	S	
17	12.6	19.7	10.2	13.0	0.0	7.6	66.0	34.5	50.8	1.6	0.3	SSW	
18	10.9	18.0	8.0	11.9	0.0	10.1	85.0	55.0	71.3	2.2	0.5	E	
19	8.9	16.1	6.5	10.3	0.0	6.0	85.0	59.5	73.5	0.4	0.0	E	
20	10.7	17.9	8.1	11.9	0.0	6.3	85.0	62.5	74.7	0.8	0.0	SSW	
21	13.1	15.7	10.0	12.9	14.5	3.8	93.5	72.0	85.0	0.7	0.0	NE	
22	15.4	16.5	13.6	14.9	70.5	2.2	95.0	92.0	94.3	1.4	0.1	SSW	
23	14.2	18.7	11.2	14.3	3.5	5.6	95.5	77.0	89.2	1.5	0.1	SSW	
24	12.2	18.8	10.4	13.4	0.0	4.1	93.5	71.5	85.7	1.9	0.2	SSW	
25	12.6	19.4	10.1	13.3	0.0	7.7	77.5	41.0	59.8	3.4	0.6	NE	
26	8.3	16.4	5.8	9.7	0.0	9.4	85.0	54.0	73.7	1.8	0.4	SSW	
27	5.9	17.1	3.1	8.3	0.0	8.0	85.5	48.0	68.5	1.1	0.2	ENE	
28	5.8	17.2	3.1	8.0	0.0	9.1	81.0	44.5	67.9	1.4	0.2	SE	
29	7.8	19.7	4.9	10.1	0.0	8.6	76.5	38.5	61.8	0.6	0.1	E	
30	10.8	12.3	8.2	9.9	1.0	2.8	92.5	63.5	77.9	0.7	0.1	NE	
31	10.9	20.4	8.9	12.7	0.0	9.7	93.5	49.0	77.8	1.8	0.2	SSW	
合計 平均	11.2	18.0	8.3	12.0	258.5	239.0	87.7	55.3	74.6	1.8	0.3		

## 観測地点：総合気象 I 2011年 11月 気象月報

井川演習林

日	気 温 °C				降水量 mm	水平面日射量 MJ/m <sup>2</sup>	相 对 湿 度 %			風 速 m/s		風 向	記 事
	9時気温	最 高	最 低	日平均			最 大	最 小	日平均	最 大	日平均		
1	7.4	20.0	5.3	10.0	0.0	8.2	76.0	34.0	58.0	1.0	0.2	ENE	
2	7.1	18.2	4.3	9.7	0.0	7.9	80.5	40.0	57.4	0.9	0.1	E	
3	12.4	14.3	9.0	11.5	0.0	3.8	80.0	66.5	72.6	0.4	0.0	S	
4	11.1	20.4	9.1	12.8	0.0	8.8	82.0	54.5	71.6	1.4	0.2	ENE	
5	11.8	17.5	8.6	12.0	3.0	4.9	91.5	65.0	81.9	1.0	0.1	S	
6	12.2	15.2	9.9	12.5	1.5	3.1	95.0	90.5	92.7	0.1	0.0	SSW	
7	11.4	19.1	9.9	12.8	0.0	7.4	91.5	60.5	84.0	2.7	0.3	SSW	
8	8.9	13.8	6.5	9.3	0.0	4.4	89.5	69.5	83.8	2.1	0.1	SSW	
9	7.0	11.8	4.7	7.4	0.0	5.8	89.0	43.5	75.5	5.0	0.5	SSW	
10	7.3	10.8	5.6	7.6	4.5	5.4	93.5	74.5	88.3	0.0	0.0	SSW	
11	7.8	9.6	7.8	8.6	36.0	1.6	95.5	93.5	94.6	0.8	0.0	SSW	
12	9.0	17.0	6.8	10.3	0.5	7.5	95.0	62.0	81.2	1.7	0.3	ENE	
13	7.9	17.9	5.8	9.6	0.0	7.6	87.5	57.0	73.9	0.1	0.0	E	
14	6.9	16.2	4.5	8.5	0.0	7.4	73.0	55.5	67.6	1.2	0.3	E	
15	4.9	12.9	3.1	6.1	0.0	8.0	71.0	30.5	53.0	3.0	0.5	E	
16	3.3	12.6	1.3	5.1	0.0	7.5	79.0	46.5	67.8	9.1	0.7	ENE	
17	6.3	15.1	4.4	7.7	0.0	7.2	77.0	37.0	57.1	2.2	0.3	NE	
18	8.3	11.1	5.6	8.3	0.0	3.6	84.0	71.0	77.9	2.3	0.2	SSW	
19	10.5	15.0	8.6	11.9	106.0	0.5	95.5	79.5	92.8	1.4	0.2	ENE	
20	14.6	16.4	2.7	11.7	0.0	7.6	69.5	35.0	53.3	3.5	0.9	SSW	
21	3.6	10.4	0.1	3.7	0.0	6.8	62.0	23.5	41.4	2.9	0.8	NE	
22	0.2	10.4	-1.3	2.8	0.0	7.4	76.5	47.0	61.7	1.6	0.3	ENE	
23	5.7	11.4	0.8	5.1	12.0	5.3	90.0	38.0	66.6	3.2	0.6	NE	
24	4.0	7.3	-0.3	3.6	0.0	7.6	68.0	34.0	49.2	6.0	2.0	NNE	
25	2.3	10.4	0.0	3.1	0.0	7.2	67.5	25.5	46.3	2.4	0.6	ESE	
26	0.4	11.0	-1.2	2.7	0.0	7.1	78.5	48.0	66.0	2.5	0.3	NE	
27	5.4	13.1	0.8	6.6	0.0	6.6	46.0	22.0	34.2	1.1	0.1	NE	
28	9.3	12.2	7.7	9.4	0.0	2.7	49.5	39.0	44.5	0.6	0.0	S	
29	10.1	15.5	8.4	10.7	0.0	4.6	69.0	49.0	61.3	0.0	0.0	E	
30	9.6	15.9	8.9	10.7	0.0	5.8	88.5	58.5	70.5	2.0	0.4	S	
合計 平均	7.6	14.1	4.9	8.4	163.5	179.1	6.0	79.7	51.7	67.6	2.1	0.3	

## 観測地点：総合気象 I 2011年 12月 気象月報

井川演習林

日	気 温 °C				降水量 mm	水平面日射量 MJ/m <sup>2</sup>	相 对 湿 度 %			風 速 m/s		風 向	記 事
	9時気温	最 高	最 低	日平均			最 大	最 小	日平均	最 大	日平均		
1	8.8	11.5	4.8	8.1	-	0.7	94.0	66.0	86.9	6.4	0.5	SSW	
2	5.4	7.1	4.5	5.6	-	2.0	95.0	92.0	93.6	0.0	0.0	SW	
3	8.1	11.6	5.9	8.9	-	0.8	95.5	59.0	87.4	1.7	0.3	SSW	
4	5.1	13.7	3.0	7.1	-	6.9	68.0	17.5	41.9	2.9	0.8	S	
5	4.1	11.5	2.6	5.7	-	6.8	81.0	20.0	52.6	2.1	0.5	E	
6	3.4	11.6	2.3	5.1	-	6.4	79.5	43.5	67.7	2.5	0.3	SSW	
7	3.9	11.8	2.3	5.5	-	6.8	85.0	50.5	67.9	1.3	0.3	S	
8	7.2	7.2	1.7	4.1	-	1.8	90.5	56.5	79.0	1.1	0.1	SSW	
9	1.4	3.9	-2.8	0.7	-	4.9	92.0	31.0	62.2	2.6	0.3	S	
10	-2.2	5.8	-3.9	0.0	-	6.7	63.0	30.0	47.6	5.0	1.0	S	
11	-0.1	9.8	-2.1	1.7	-	6.8	57.5	30.5	47.7	5.2	0.5	NE	
12	1.0	10.0	-0.5	2.8	-	6.7	62.5	37.0	50.0	2.4	0.5	E	
13	1.1	9.8	0.3	3.3	-	6.2	83.5	39.0	60.1	1.8	0.3	SSW	
14	4.8	10.1	0.9	4.4	-	4.7	66.5	24.5	45.0	5.9	0.7	NE	
15	6.8	12.3	1.6	6.3	-	6.6	44.5	10.5	28.4	4.2	1.1	SSW	
16	1.6	2.3	-4.3	-0.3	-	7.6	50.0	29.5	40.4	5.8	1.4	ENE	
17	-4.2	5.2	-4.9	-1.9	-	6.7	56.5	23.0	40.3	2.1	0.4	ENE	
18	-1.7	7.6	-3.7	0.0	-	6.7	61.0	21.5	44.6	3.7	0.7	SSW	
19	-0.1	3.6	-3.0	-0.3	-	7.4	69.0	27.5	43.4	7.4	1.6	ENE	
20	-2.5	4.9	-4.4	-1.1	-	6.8	61.5	21.0	44.2	3.1	0.5	NE	
21	-2.0	8.0	-3.1	0.4	-	6.1	66.5	26.0	51.3	2.9	0.5	NE	
22	2.5	4.5	-1.9	1.3	-	3.6	61.5	24.0	42.4	6.9	1.0	S	
23	-2.0	6.1	-3.5	-0.6	-	7.1	77.5	35.0	55.8	1.9	0.4	ENE	
24	-4.7	3.0	-5.0	-2.6	-	6.0	73.5	21.5	50.0	3.8	0.6	SSW	
25	-3.6	-0.2	-5.4	-3.8	-	4.3	61.5	34.0	45.8	5.0	1.1	SSW	
26	-4.1	-0.3	-6.2	-4.1	-	6.9	46.0	17.5	32.4	12.4	2.6	NNE	
27	-5.5	4.1	-6.8	-3.4	-	6.8	57.5	21.0	41.4	2.0	0.5	NE	
28	-4.2	4.7	-6.1	-2.2	-	6.3	80.0	47.5	63.3	2.0	0.2	SSW	
29	-3.0	6.0	-4.5	-0.3	-	7.0	67.0	28.0	50.9	3.9	0.6	SSW	
30	-3.1	5.4	-4.1	-0.7	-	6.8	61.0	29.5	43.3	3.4	0.8	SSW	
31	-4.5	4.8	-5.3	-1.5	-	7.3	76.0	42.5	64.1	2.5	0.4	S	
合計 平均	0.6	7.0	-1.7	1.5	-	178.2	5.7	70.5	34.1	53.9	3.7	0.7	

## 資料

# 筑波大学農林技術センター演習林気象報告 — 筑波実験林気象観測データ (2011年) —

佐藤美穂\*

筑波大学農林技術センター  
305-8577 茨城県つくば市天王台1-1-1

### はじめに

農林技術センター演習林・筑波実験林では従来から総合気象観測装置（気温、湿度、降水量、風向、風速、日射、日照、蒸発の8要素）による気象観測業務を実施している。

本報告では、2011年は日照時間および日射量について気象庁が公開しているアメダスの結果と比較して大きく違いがみられたため、全期間欠測とした。また、蒸発量についても年間通して不安定な値を示し、データを信用できないため、欠測とした。

観測場所と観測データの処理方法については下記の通りである。

### 1 観測場所

筑波実験林 茨城県つくば市天王台1-1-1  
東経 140° 06.2'、北緯 36° 06.59'、標高 25 m

### 2 観測機器

表1 参照

### 3 気象月報取りまとめ方法

- (1) 日 界：24時
- (2) 気 温  
最 高：当日の毎正時の最高  
最 低：当日の毎正時の最低  
日平均：毎正時の24回平均値
- (3) 相対湿度  
日最大：当日の毎正時の最大値  
日最小：当日の毎正時の最小値  
日平均：毎正時の24回平均値
- (4) 降水量  
当日の日合計値
- (5) 日照時間  
当日の日合計値
- (6) 日射量  
当日の日合計値をメガジュール (MJ/m<sup>2</sup>)  
単位に変換
- (7) 蒸発量  
当日の日合計値
- (8) 風 向  
毎正時の最多風向を16方位で表示

表1 観測項目と観測方法の一覧

項目	センサー	サンプル方法
気 温	CVS-HMP-D	正時の正10秒値
湿 度	CVS-HMP-D	正時の正10秒値
降 水 量	B-011-00	前1時間積算値
蒸 発 量	D-211	正時毎の積算値
日 射 量	H2022	正10秒毎の積算値
日照時間	H0621-10	正10秒毎の積算値
風 向	CYG-5103	正時前10分ベクトル平均値
風 速	CYG-5103	正時前10分平均値

\*連絡者：佐藤美穂 筑波大学農林技術センター  
305-8577 茨城県つくば市天王台1-1-1  
E-mail：sato.miho.fm@un.tsukuba.ac.jp

風向の表示C (catm) は静穏

(9) 風 速

日平均：毎正時の24回平均値

日最大：毎正時の最大値

4 データログのデータ回収

データローガーの回収はパソコンによって行った。

5 計算および平均値の取り扱い

(1) 計算はすべて四捨五入法による。

(2) 日平均：20%以上記録が欠けている場合は欠測とし、－の記号を記入した。

(3) 月合計：20%以上の欠測期間がある場合は、集計値を（ ）内に記入した。

## 筑波大学農林技術センター演習林気象報告 (筑波実験林)

## 観測地点：筑波実験林 2011年 1月 気象月報

日	気 温 °C				降水量 mm	日照時間 h	水平面日射量 MJ/m <sup>2</sup>	蒸発量 mm	相 対 湿 度 %			風 速 m/s		風 向	記 事
	9時気温	最 高	最 低	日平均					最 大	最 小	日平均	最 大	日平均		
1	5.2	10.0	-1.6	3.9	0.0	-	-	-	89	37	61	1.6	0.4	N	蒸発量測定停止 日照時間・全天日射量 1/1~12/31まで欠測
2	5.0	9.6	-1.8	3.0	0.0	-	-	-	95	40	75	0.9	0.2	W	
3	1.2	8.8	-4.1	1.7	0.0	-	-	-	97	49	82	0.8	0.1	NW	
4	1.8	9.1	-1.9	2.6	0.0	-	-	-	96	36	74	1.3	0.3	NW	
5	1.5	10.4	-3.5	2.8	0.0	-	-	-	93	34	73	1.2	0.3	SW	
6	3.8	9.2	-1.4	3.6	0.0	-	-	-	95	27	56	2.8	1.0	NW	
7	1.7	5.9	-3.4	1.7	0.0	-	-	-	70	29	46	1.6	0.8	NW	
8	2.5	9.5	-4.4	1.5	0.0	-	-	-	83	26	58	1.4	0.3	WNW	
9	3.1	12.3	-4.6	3.0	0.0	-	-	-	92	32	70	1.4	0.4	S	
10	1.8	5.7	-3.4	1.3	0.0	-	-	-	75	28	48	2.0	0.7	NW	
11	0.9	5.8	-4.5	0.5	0.0	-	-	-	79	32	56	1.4	0.3	NNE	
12	0.6	9.7	-2.8	2.9	0.0	-	-	-	83	33	58	1.2	0.5	WNW	
13	1.8	7.2	-3.0	1.7	0.0	-	-	-	74	26	50	2.4	0.7	NW	
14	-0.2	7.1	-6.1	0.4	0.0	-	-	-	90	32	64	0.8	0.2	S	
15	-0.5	6.2	-4.9	1.1	0.0	-	-	-	93	53	78	2.0	0.4	SE	
16	-1.3	4.7	-2.5	0.3	0.0	-	-	-	98	28	67	2.1	0.7	SW	
17	4.2	9.2	-2.4	3.1	0.5	-	-	-	83	27	49	2.7	1.0	SW	
18	1.4	9.6	-4.1	1.9	0.0	-	-	-	89	29	65	1.4	0.4	S	
19	0.5	10.3	-4.3	2.4	0.0	-	-	-	93	29	69	1.9	0.4	WNW	
20	0.6	9.2	-4.7	2.2	0.0	-	-	-	96	27	60	2.8	0.8	NW	
21	2.6	7.9	-2.0	2.8	0.0	-	-	-	80	27	47	2.3	0.9	NNW	
22	2.2	10.1	-3.7	3.0	0.0	-	-	-	87	32	61	1.0	0.3	SW	
23	1.1	9.0	-5.4	2.5	0.0	-	-	-	94	28	66	1.7	0.4	N	
24	4.0	8.0	1.5	4.0	0.0	-	-	-	97	62	84	1.2	0.4	NNE	
25	2.0	8.8	-3.1	2.3	0.0	-	-	-	96	26	64	2.2	0.5	WNW	
26	-0.1	8.8	-4.7	1.6	0.0	-	-	-	93	31	65	1.4	0.3	WSW	
27	1.3	8.8	-5.5	1.6	0.0	-	-	-	96	29	67	1.5	0.3	NNW	
28	2.4	6.8	-6.1	0.4	0.0	-	-	-	90	24	55	2.2	0.6	SW	
29	1.0	7.1	-3.8	1.3	0.0	-	-	-	91	48	65	1.1	0.3	NE	
30	0.9	6.1	-5.0	0.3	0.0	-	-	-	93	25	57	1.6	0.5	WNW	
31	-0.7	6.2	-7.6	-0.9	0.0	-	-	-	86	24	54	2.1	0.5	WSW	
合計					0.5	-	-	-							
平均	1.7	8.3	-3.7	2.0		-	-	-	89	33	63	1.7	0.5		

## 観測地点：筑波実験林 2011年 2月 気象月報

日	気 温 °C				降水量 mm	日照時間 h	水平面日射量 MJ/m <sup>2</sup>	蒸発量 mm	相 対 湿 度 %			風 速 m/s		風 向	記 事
	9時気温	最 高	最 低	日平均					最 大	最 小	日平均	最 大	日平均		
1	5.0	11.9	-3.4	3.7	0.0	-	-	-	71	25	46	2.6	0.8	SSW	蒸発量測定停止
2	2.2	9.0	-4.8	2.9	0.0	-	-	-	85	43	64	1.1	0.3	E	
3	2.2	11.5	-3.9	3.4	0.0	-	-	-	96	32	70	0.9	0.2	S	
4	4.3	13.3	-1.7	5.5	0.0	-	-	-	91	30	68	1.8	0.4	NW	
5	4.0	12.7	-1.5	5.1	0.0	-	-	-	93	39	73	1.0	0.2	W	
6	4.5	11.4	-0.7	6.0	1.5	-	-	-	97	51	76	1.0	0.3	E	
7	5.7	13.8	0.2	6.0	0.0	-	-	-	100	24	66	2.6	0.5	NW	
8	3.6	7.0	-0.1	3.9	0.5	-	-	-	92	43	57	1.3	0.3	NE	
9	1.2	7.3	0.1	2.8	7.0	-	-	-	100	57	93	1.5	0.5	NW	
10	3.9	9.2	-2.1	4.0	0.0	-	-	-	94	30	62	2.1	0.4	NW	
11	1.4	4.5	0.5	1.4	5.0	-	-	-	100	72	96	1.6	0.4	NNE	
12	1.5	4.0	-0.3	1.3	8.0	-	-	-	100	84	93	1.7	0.9	NNW	
13	1.5	8.3	-3.5	1.7	0.0	-	-	-	100	26	69	2.6	0.6	NNW	
14	1.7	6.8	-3.6	2.1	5.0	-	-	-	100	53	79	1.4	0.3	NNE	
15	3.1	9.6	-1.4	3.2	12.0	-	-	-	100	54	90	1.8	0.4	NNW	
16	1.8	10.3	-4.3	3.4	0.0	-	-	-	100	43	78	1.0	0.3	SW	
17	3.5	14.3	1.6	7.6	0.0	-	-	-	98	59	84	1.7	0.4	S	
18	8.1	14.5	2.9	9.1	28.0	-	-	-	100	36	71	2.2	0.7	NNW	
19	4.6	9.7	-2.6	3.7	0.0	-	-	-	91	39	65	1.0	0.3	E	
20	6.5	10.9	4.4	7.3	0.0	-	-	-	78	61	69	1.6	0.6	NNE	
21	7.9	11.6	1.6	6.5	0.0	-	-	-	83	46	63	2.3	0.9	NE	
22	5.6	11.2	-1.8	4.5	0.0	-	-	-	93	47	74	1.9	0.6	NNE	
23	6.9	12.2	0.6	6.6	0.0	-	-	-	93	50	73	1.5	0.4	N	
24	8.1	13.9	2.5	8.4	1.0	-	-	-	100	62	90	0.8	0.2	S	
25	7.4	20.3	3.7	11.5	0.0	-	-	-	100	38	78	1.9	0.5	SW	
26	4.1	9.5	-1.3	4.5	0.0	-	-	-	80	31	53	1.2	0.4	SE	
27	6.3	17.5	0.0	8.7	0.0	-	-	-	88	45	64	1.0	0.5	SSE	
28	3.3	7.8	1.7	3.8	26.5	-	-	-	98	71	93	1.9	0.9	NNE	
合計					94.5	-	-	-							
平均	4.3	10.9	-0.6	5.0		-	-	-	94	46	74	1.6	0.5		

## 観測地点：筑波実験林 2011年 3月 気象月報

日	気 温 °C				降水量 mm	日照時間 h	水平面日射量 MJ/m <sup>2</sup>	蒸発量 mm	相 对 湿 度 %			風 速 m/s		風 向	記 事
	9時気温	最 高	最 低	日平均					最 大	最 小	日平均	最 大	日平均		
1	4.2	8.5	2.8	5.1	12.0	—	—	—	100	74	91	1.2	0.4	NNW	蒸発量測定停止
2	7.3	12.7	-1.7	5.8	0.5	—	—	—	100	26	71	2.7	0.5	NW	
3	3.1	7.0	-2.2	2.7	0.0	—	—	—	82	25	43	3.2	1.2	NW	
4	2.8	8.4	-1.4	2.9	0.0	—	—	—	70	25	43	2.3	1.0	NW	
5	3.5	11.6	-4.8	3.8	0.0	—	—	—	84	27	58	1.6	0.4	WSW	
6	5.2	15.2	-2.3	6.6	0.0	—	—	—	94	23	63	1.0	0.3	SSW	
7	2.3	5.9	1.2	3.4	21.0	—	—	—	100	75	93	1.5	0.3	NNE	
8	4.6	10.5	1.2	5.0	0.0	—	—	—	100	44	80	1.4	0.3	W	
9	4.5	11.7	-0.9	4.7	0.0	—	—	—	100	40	77	1.5	0.5	NNE	
10	4.5	9.5	-1.0	3.8	0.0	—	—	—	85	18	48	2.2	0.8	W	
11	5.5	11.9	-2.9	4.0	0.5	—	—	—	89	27	56	1.8	0.6	WSW	
12	7.7	17.4	-2.4	6.5	0.0	—	—	—	79	18	52	1.5	0.5	SSW	
13	10.9	22.5	0.6	10.2	0.0	—	—	—	88	20	57	1.1	0.3	SSW	
14	12.6	25.2	0.0	11.5	0.0	—	—	—	98	27	72	1.8	0.5	SSW	
15	10.5	11.6	7.0	9.3	0.0	—	—	—	98	62	77	1.8	0.6	ENE	
16	7.6	13.6	-0.3	6.3	0.0	—	—	—	99	27	64	3.9	1.1	N	
17	3.7	8.3	-3.0	2.7	0.0	—	—	—	72	19	42	2.8	1.1	WSW	
18	4.0	10.9	-5.0	3.1	0.0	—	—	—	84	21	53	1.4	0.4	SSW	
19	7.2	18.3	2.2	9.5	0.0	—	—	—	84	24	60	1.3	0.4	S	
20	12.0	18.8	2.2	10.1	0.0	—	—	—	89	42	68	1.2	0.4	SE	
21	8.6	11.1	6.1	8.5	19.5	—	—	—	100	69	91	1.1	0.4	ENE	
22	6.0	8.1	5.0	6.4	12.0	—	—	—	100	87	95	1.1	0.3	NNE	
23	6.5	10.5	0.4	5.8	1.5	—	—	—	100	54	77	1.4	0.5	ENE	
24	5.3	8.7	-0.4	3.9	0.0	—	—	—	97	39	68	1.3	0.3	S	
25	6.5	13.6	-2.7	6.1	0.0	—	—	—	98	35	72	1.5	0.5	S	
26	8.0	12.8	0.7	6.2	0.0	—	—	—	96	24	58	2.7	1.0	NNW	
27	5.5	12.1	-2.2	5.2	0.0	—	—	—	82	25	49	2.1	0.6	NNW	
28	7.0	13.2	-0.1	6.6	0.0	—	—	—	89	23	57	1.2	0.4	S	
29	7.9	16.7	0.0	8.2	0.0	—	—	—	98	23	64	1.3	0.4	SSW	
30	10.7	17.4	1.6	9.4	0.5	—	—	—	94	39	68	2.1	0.5	SE	
31	7.9	15.8	2.1	8.3	3.0	—	—	—	100	29	69	2.6	0.8	NNW	
合計					70.5	—	—	—							
平均	6.6	12.9	0.0	6.2		—	—	—	92	36	66	1.8	0.6		

## 観測地点：筑波実験林 2011年 4月 気象月報

日	気 温 °C				降水量 mm	日照時間 h	水平面日射量 MJ/m <sup>2</sup>	蒸発量 mm	相 对 湿 度 %			風 速 m/s		風 向	記 事
	9時気温	最 高	最 低	日平均					最 大	最 小	日平均	最 大	日平均		
1	9.9	17.2	-0.8	8.7	0.0	—	—	—	96	18	63	1.6	0.5	SSW	蒸発量測定停止
2	10.5	19.7	3.4	10.7	0.0	—	—	—	98	29	68	1.1	0.3	SSE	
3	7.4	9.9	1.6	6.6	0.0	—	—	—	93	40	61	0.9	0.3	SSE	
4	7.2	14.6	0.9	6.5	0.0	—	—	—	91	26	61	1.5	0.4	N	
5	7.7	17.8	-2.6	7.8	0.0	—	—	—	81	22	49	1.9	0.4	SSE	
6	12.3	21.1	0.7	11.3	0.0	—	—	—	94	16	57	1.1	0.4	SSW	
7	12.4	21.4	5.1	13.0	0.0	—	—	—	97	41	70	1.6	0.5	S	
8	19.4	21.1	9.1	16.1	0.0	—	—	—	92	40	64	2.9	1.2	SSW	
9	12.0	17.6	10.3	13.6	5.0	—	—	—	100	80	93	2.4	0.6	SSE	
10	12.0	18.6	9.0	12.5	0.0	—	—	—	100	50	74	1.2	0.5	E	
11	14.5	20.7	5.2	12.1	1.5	—	—	—	99	40	78	1.6	0.5	SE	
12	10.1	15.9	4.2	9.4	0.0	—	—	—	95	20	54	2.5	0.7	N	
13	11.6	21.3	2.8	11.8	0.0	—	—	—	91	20	59	1.6	0.5	SSW	
14	15.9	24.3	4.8	15.0	0.0	—	—	—	90	18	54	1.2	0.4	SSW	
15	16.3	24.4	9.1	16.8	0.0	—	—	—	95	36	69	2.2	1.0	SSW	
16	18.8	27.4	8.3	18.2	0.0	—	—	—	93	29	64	2.4	0.8	SSW	
17	12.3	19.9	4.3	11.6	0.0	—	—	—	79	23	54	1.5	0.5	S	
18	14.2	19.2	8.5	13.3	0.0	—	—	—	91	52	73	1.1	0.4	E	
19	12.3	15.7	3.3	9.5	24.5	—	—	—	99	72	91	3.3	1.1	NE	
20	10.9	16.2	1.0	8.2	0.0	—	—	—	100	50	79	1.2	0.4	E	
21	10.8	15.1	7.6	10.7	0.0	—	—	—	88	66	77	0.8	0.4	E	
22	13.0	19.3	10.7	14.1	0.0	—	—	—	96	57	82	1.3	0.4	SSW	
23	15.9	18.3	12.3	15.4	30.5	—	—	—	100	83	96	2.1	0.9	S	
24	16.0	21.5	7.6	14.4	5.0	—	—	—	98	25	78	2.1	0.7	SSE	
25	15.0	19.8	5.7	12.4	0.0	—	—	—	100	29	72	2.1	0.5	W	
26	15.8	21.9	5.6	13.8	0.0	—	—	—	98	32	68	1.4	0.4	SSW	
27	20.0	24.5	8.5	17.7	0.5	—	—	—	97	54	76	3.7	1.5	SSW	
28	18.9	25.9	10.1	17.8	7.0	—	—	—	99	46	81	1.6	0.6	S	
29	14.9	20.2	9.0	13.0	5.5	—	—	—	100	45	71	1.5	0.4	ESE	
30	15.6	22.0	7.1	15.0	0.0	—	—	—	100	47	79	1.6	0.5	SSW	
合計					79.5	—	—	—							
平均	13.5	19.8	5.7	12.6		—	—	—	95	40	70	1.8	0.6		

## 筑波大学農林技術センター演習林気象報告 (筑波実験林)

## 観測地点：筑波実験林 2011年 5月 気象月報

日	気 温 °C				降水量 mm	日照時間 h	水平面日射量 MJ/m <sup>2</sup>	蒸発量 mm	相 対 湿 度 %			風 速 m/s		風 向	記 事
	9時気温	最 高	最 低	日平均					最 大	最 小	日平均	最 大	日平均		
1	18.6	23.1	13.2	17.0	6.5	—	—	—	100	44	83	3.5	1.0	SSW	蒸発量測定停止
2	20.5	24.8	11.0	17.9	0.0	—	—	—	100	23	57	2.8	0.8	NNW	
3	16.4	18.6	8.4	13.9	2.0	—	—	—	100	54	79	1.0	0.2	E	
4	17.0	23.3	11.4	16.5	0.5	—	—	—	100	48	76	1.2	0.4	S	
5	13.5	18.1	10.6	13.8	0.0	—	—	—	90	58	75	1.4	0.6	NE	
6	13.5	19.2	10.2	14.2	0.0	—	—	—	94	63	81	0.9	0.3	E	
7	17.1	18.8	13.1	16.0	0.5	—	—	—	100	78	93	0.8	0.2	W	
8	19.8	27.7	12.7	19.8	0.0	—	—	—	100	30	68	2.0	0.5	SSW	
9	19.5	25.5	10.3	17.7	0.0	—	—	—	97	32	65	1.9	0.5	S	
10	22.1	25.5	14.3	19.3	4.0	—	—	—	100	61	89	1.3	0.2	NNW	
11	14.6	15.7	13.1	14.3	34.5	—	—	—	100	92	98	1.0	0.2	NE	
12	15.4	17.1	13.2	15.3	17.5	—	—	—	100	95	99	1.4	0.4	N	
13	19.3	25.0	13.7	18.7	11.0	—	—	—	100	68	89	1.4	0.4	WSW	
14	19.8	25.6	11.0	17.8	0.0	—	—	—	100	30	73	1.6	0.5	SSW	
15	21.3	26.6	10.7	19.1	0.0	—	—	—	85	21	45	1.9	0.7	SSW	
16	20.4	25.0	11.5	18.5	0.0	—	—	—	95	26	65	2.1	0.6	S	
17	18.8	22.4	12.9	16.8	4.5	—	—	—	100	61	86	1.8	0.3	SE	
18	19.6	25.2	12.6	18.1	0.0	—	—	—	100	46	75	1.3	0.4	SSE	
19	20.7	27.3	11.7	19.4	0.0	—	—	—	100	30	72	1.9	0.6	S	
20	22.6	28.6	13.2	20.7	0.0	—	—	—	99	40	74	1.4	0.5	S	
21	23.0	28.9	14.7	21.6	0.0	—	—	—	100	52	79	1.4	0.6	S	
22	25.0	27.9	13.1	18.1	14.5	—	—	—	100	65	92	1.2	0.5	SSE	
23	15.8	17.7	11.9	14.5	2.0	—	—	—	99	66	87	0.8	0.2	NE	
24	11.9	18.9	10.2	13.4	20.0	—	—	—	99	68	91	1.8	0.4	NNW	
25	18.7	24.9	9.3	17.4	0.0	—	—	—	100	38	74	1.0	0.3	SSW	
26	19.2	22.6	13.7	17.4	0.0	—	—	—	99	62	85	0.9	0.3	ESE	
27	19.7	21.7	15.6	18.3	0.0	—	—	—	100	62	85	1.1	0.2	S	
28	19.1	20.8	16.5	18.5	17.0	—	—	—	100	94	99	0.6	0.1	NE	
29	19.5	19.6	16.3	18.0	47.0	—	—	—	100	98	100	1.7	0.5	ENE	
30	16.7	19.9	15.1	17.0	6.0	—	—	—	100	63	84	3.8	1.7	N	
31	15.6	20.6	11.0	14.7	0.0	—	—	—	84	57	70	2.0	0.8	NNE	
合計					187.5	—	—	—							
平均	18.5	22.8	12.5	17.2		—	—	—	98	56	80	1.6	0.5		

## 観測地点：筑波実験林 2011年 6月 気象月報

日	気 温 °C				降水量 mm	日照時間 h	水平面日射量 MJ/m <sup>2</sup>	蒸発量 mm	相 対 湿 度 %			風 速 m/s		風 向	記 事
	9時気温	最 高	最 低	日平均					最 大	最 小	日平均	最 大	日平均		
1	14.7	17.9	10.1	13.8	0.0	—	—	—	93	60	75	0.9	0.3	E	蒸発量測定停止
2	14.3	17.2	12.6	14.9	9.0	—	—	—	100	90	97	0.7	0.1	N	
3	19.5	25.8	15.0	19.5	0.5	—	—	—	100	59	86	0.9	0.3	WSW	
4	22.7	28.3	15.5	21.4	0.0	—	—	—	100	36	80	1.4	0.5	S	
5	23.0	27.7	16.4	21.1	16.0	—	—	—	100	61	87	1.0	0.4	SSE	
6	22.8	29.2	15.8	22.2	0.5	—	—	—	100	33	74	1.5	0.5	W	
7	21.7	25.4	15.8	20.7	0.0	—	—	—	98	58	82	1.4	0.4	S	
8	18.5	23.9	14.7	18.3	2.0	—	—	—	100	73	92	1.1	0.3	N	
9	21.1	27.2	13.9	20.4	0.0	—	—	—	100	53	83	1.2	0.3	SSE	
10	22.0	26.4	18.3	22.2	0.0	—	—	—	99	70	87	1.0	0.3	S	
11	21.1	24.8	19.7	21.5	25.5	—	—	—	100	83	95	0.7	0.2	S	
12	23.2	26.9	18.7	22.3	0.0	—	—	—	99	57	83	0.8	0.2	S	
13	20.0	24.8	17.8	20.8	21.5	—	—	—	100	76	93	0.9	0.2	S	
14	19.6	25.6	18.2	20.8	5.5	—	—	—	100	65	87	0.9	0.3	SE	
15	19.8	23.2	15.3	19.4	0.0	—	—	—	96	60	79	0.7	0.3	ESE	
16	21.4	24.0	15.2	19.9	10.0	—	—	—	100	75	89	1.0	0.3	S	
17	19.9	21.1	17.3	18.9	8.5	—	—	—	100	90	97	0.9	0.3	NNE	
18	20.2	21.6	17.6	19.3	2.0	—	—	—	100	86	95	0.5	0.1	E	
19	20.6	26.1	18.3	21.0	0.0	—	—	—	100	69	91	0.8	0.2	SSE	
20	23.9	28.3	18.7	23.0	0.0	—	—	—	100	66	89	1.0	0.3	S	
21	24.5	30.3	20.5	24.3	2.0	—	—	—	100	63	89	1.2	0.3	S	
22	26.2	33.3	19.3	26.2	0.0	—	—	—	100	40	79	1.0	0.3	SSW	
23	24.9	32.9	23.0	26.5	0.0	—	—	—	99	63	86	1.1	0.4	S	
24	28.7	34.3	23.5	27.9	0.0	—	—	—	96	54	77	1.4	0.7	S	
25	26.1	27.0	19.6	22.9	0.0	—	—	—	96	67	81	1.2	0.4	E	
26	20.4	23.0	19.0	20.5	0.0	—	—	—	97	87	93	0.6	0.2	ENE	
27	21.3	22.7	19.7	21.2	0.0	—	—	—	100	88	96	0.5	0.2	NNE	
28	25.9	33.2	20.8	26.2	0.0	—	—	—	100	60	84	1.1	0.3	S	
29	30.4	34.0	22.5	27.5	0.0	—	—	—	99	61	80	1.1	0.3	S	
30	30.6	34.8	23.5	27.1	2.5	—	—	—	100	51	87	0.8	0.2	SW	
合計					105.5	—	—	—							
平均	22.3	26.7	17.9	21.7		—	—	—	99	65	86	1.0	0.3		

## 観測地点：筑波実験林 2011年 7月 気象月報

日	気 温 °C				降水量 mm	日照時間 h	水平面日射量 MJ/m <sup>2</sup>	蒸発量 mm	相 对 湿 度 %			風 速 m/s		風 向	記 事
	9時気温	最 高	最 低	日平均					最 大	最 小	日平均	最 大	日平均		
1	27.4	33.6	22.9	26.2	28.0	—	—	—	100	54	89	1.8	0.3	SE	蒸発量測定停止
2	25.3	30.0	23.0	25.2	0.5	—	—	—	100	73	91	0.8	0.3	NE	
3	26.7	36.3	21.8	26.7	0.0	—	—	—	100	50	84	0.8	0.3	S	
4	29.8	34.6	24.2	28.4	0.0	—	—	—	97	59	80	1.8	0.8	S	
5	27.3	33.9	22.9	26.8	3.5	—	—	—	100	55	83	2.5	0.4	SSW	
6	27.8	32.1	20.9	26.0	0.0	—	—	—	99	50	75	1.0	0.3	SSE	
7	25.4	27.9	21.6	24.7	4.0	—	—	—	100	78	90	1.2	0.3	S	
8	26.2	30.1	23.7	26.5	4.5	—	—	—	100	77	91	0.6	0.1	SSE	
9	29.7	34.7	24.3	28.7	0.0	—	—	—	100	57	82	1.0	0.3	S	
10	30.0	35.1	23.6	28.8	0.0	—	—	—	98	48	76	1.0	0.3	SSW	
11	29.5	35.0	23.0	28.7	0.0	—	—	—	99	46	77	1.1	0.4	SSW	
12	29.0	34.7	24.5	28.6	0.0	—	—	—	97	55	78	1.0	0.4	SSW	
13	27.1	34.1	23.0	27.7	0.0	—	—	—	99	54	79	1.1	0.4	S	
14	29.2	34.6	22.1	28.0	0.0	—	—	—	98	50	76	1.1	0.4	S	
15	30.0	36.0	22.7	28.9	0.0	—	—	—	99	45	73	1.0	0.3	S	
16	30.4	35.9	24.6	29.2	0.0	—	—	—	97	45	72	1.2	0.4	SSW	
17	29.9	35.7	23.5	29.2	0.0	—	—	—	99	48	76	1.2	0.5	SSW	
18	31.3	35.3	24.7	29.3	0.0	—	—	—	99	51	79	1.4	0.5	S	
19	26.2	28.0	24.6	26.2	29.5	—	—	—	100	84	97	1.2	0.3	SSE	
20	26.1	29.4	21.7	25.0	8.0	—	—	—	100	83	96	1.3	0.4	ESE	
21	20.9	24.2	16.8	20.8	0.0	—	—	—	96	58	78	2.2	1.0	NNE	
22	23.5	25.0	15.3	20.0	0.0	—	—	—	94	55	74	1.0	0.4	N	
23	22.4	27.1	16.3	22.0	0.0	—	—	—	90	69	79	1.1	0.5	NNW	
24	26.3	29.1	19.4	24.2	0.0	—	—	—	98	63	84	0.9	0.3	S	
25	28.9	32.4	21.7	26.5	0.0	—	—	—	100	53	80	1.4	0.5	S	
26	27.7	30.9	22.0	25.8	0.0	—	—	—	100	68	87	1.3	0.3	S	
27	25.7	30.5	23.2	26.1	0.0	—	—	—	100	72	90	0.8	0.2	SSE	
28	23.7	29.5	22.6	24.6	37.5	—	—	—	100	74	96	0.8	0.2	NNW	
29	25.4	27.1	22.4	24.0	20.0	—	—	—	100	86	98	0.7	0.2	NNW	
30	23.8	28.6	22.3	23.9	15.5	—	—	—	100	72	96	1.1	0.3	N	
31	21.6	26.1	20.9	22.8	12.5	—	—	—	100	79	92	0.9	0.4	NNE	
合計					163.5	—	—	—							
平均	26.9	31.5	22.1	26.1		—	—	—	99	62	84	1.2	0.4		

## 観測地点：筑波実験林 2011年 8月 気象月報

日	気 温 °C				降水量 mm	日照時間 h	水平面日射量 MJ/m <sup>2</sup>	蒸発量 mm	相 对 湿 度 %			風 速 m/s		風 向	記 事
	9時気温	最 高	最 低	日平均					最 大	最 小	日平均	最 大	日平均		
1	23.6	26.5	20.4	22.8	0.0	—	—	—	98	74	88	0.8	0.3	ENE	蒸発量測定停止
2	25.3	28.9	19.7	23.7	0.0	—	—	—	100	65	85	1.0	0.2	E	
3	25.8	30.8	22.4	25.5	0.0	—	—	—	99	68	88	0.8	0.3	NE	
4	27.3	31.6	22.4	26.4	0.0	—	—	—	100	67	88	1.0	0.3	ENE	
5	26.1	31.8	23.2	26.9	15.5	—	—	—	100	67	89	1.1	0.3	S	
6	27.6	31.7	24.1	27.3	0.0	—	—	—	100	71	90	0.9	0.2	NNE	
7	27.8	33.7	24.4	27.6	0.0	—	—	—	99	63	88	1.1	0.3	NE	
8	28.9	33.9	23.8	27.8	0.0	—	—	—	99	60	86	0.8	0.2	WSW	
9	28.5	34.8	24.4	28.8	0.0	—	—	—	100	57	84	0.8	0.2	S	
10	30.7	35.9	24.9	29.6	0.0	—	—	—	100	57	82	1.2	0.4	SSW	
11	31.1	36.2	24.7	29.1	1.5	—	—	—	99	51	83	1.2	0.3	W	
12	29.3	34.5	24.7	28.5	4.0	—	—	—	100	58	84	1.0	0.3	NNE	
13	30.3	34.4	24.1	28.7	0.0	—	—	—	98	58	81	0.8	0.3	NE	
14	28.9	34.3	25.5	29.1	0.0	—	—	—	100	62	85	1.2	0.3	S	
15	30.0	34.5	23.7	28.8	0.0	—	—	—	98	57	80	0.9	0.3	SSW	
16	29.8	34.9	25.0	29.1	0.0	—	—	—	98	59	81	1.2	0.3	W	
17	29.4	34.8	24.7	29.3	0.0	—	—	—	98	54	81	1.0	0.3	SSW	
18	31.1	35.9	25.5	29.7	0.0	—	—	—	98	58	82	1.1	0.3	S	
19	24.3	27.0	20.6	23.3	80.5	—	—	—	100	89	97	0.9	0.3	NNE	
20	22.6	26.1	21.0	22.7	0.0	—	—	—	100	72	92	0.7	0.2	N	
21	19.5	21.9	19.2	20.3	6.0	—	—	—	100	91	97	1.5	0.3	N	
22	19.5	23.0	19.3	20.7	24.5	—	—	—	100	95	99	0.9	0.1	NNW	
23	23.4	28.3	20.9	23.8	0.5	—	—	—	100	83	95	1.2	0.3	N	
24	28.0	31.8	21.5	26.6	0.0	—	—	—	100	65	88	1.4	0.3	S	
25	26.3	28.8	24.5	26.3	1.5	—	—	—	100	78	93	0.8	0.3	S	
26	27.3	31.9	21.9	25.3	4.0	—	—	—	100	71	92	1.1	0.3	NE	
27	24.0	28.1	20.8	23.5	0.0	—	—	—	99	71	90	0.9	0.3	NE	
28	25.9	29.9	19.6	24.3	0.0	—	—	—	99	59	83	0.8	0.2	NE	
29	26.6	30.5	19.4	24.3	0.0	—	—	—	99	60	85	0.9	0.3	NE	
30	26.3	31.2	20.1	25.0	0.0	—	—	—	99	54	81	1.0	0.3	NNE	
31	24.0	29.5	21.4	25.0	3.5	—	—	—	100	79	93	0.9	0.3	N	
合計					141.5	—	—	—							
平均	26.7	31.2	22.5	26.1		—	—	—	99	67	87	1.0	0.3		

## 筑波大学農林技術センター演習林気象報告 (筑波実験林)

## 観測地点：筑波実験林 2011年 9月 気象月報

日	気 温 °C				降水量 mm	日照時間 h	水平面日射量 MJ/m <sup>2</sup>	蒸発量 mm	相 対 湿 度 %			風 速 m/s		風 向	記 事
	9時気温	最 高	最 低	日平均					最 大	最 小	日平均	最 大	日平均		
1	28.2	30.2	24.4	26.6	13.0	—	—	—	100	81	95	0.8	0.2	ENE	蒸発量測定停止
2	27.5	31.5	24.8	27.2	16.5	—	—	—	100	71	91	1.6	0.6	S	
3	28.9	31.1	24.6	27.2	4.0	—	—	—	99	69	88	1.9	1.0	S	
4	27.0	29.9	23.3	26.2	2.0	—	—	—	98	68	88	1.7	0.6	S	
5	26.5	29.7	22.9	25.2	0.0	—	—	—	99	69	88	0.8	0.2	ENE	
6	22.8	28.3	19.6	23.6	14.5	—	—	—	100	63	88	1.7	0.3	S	
7	23.5	29.0	18.4	23.0	0.0	—	—	—	98	50	81	1.0	0.2	W	
8	25.1	30.6	19.3	24.1	0.0	—	—	—	100	39	79	1.1	0.3	S	
9	26.5	31.1	20.7	25.9	0.0	—	—	—	100	67	85	0.9	0.3	S	
10	28.1	33.0	23.2	27.3	0.0	—	—	—	100	55	83	1.1	0.3	S	
11	27.2	30.0	23.2	25.8	0.0	—	—	—	100	73	90	0.9	0.3	SE	
12	27.1	32.5	22.2	26.7	0.0	—	—	—	100	48	83	0.9	0.3	S	
13	27.2	32.9	22.4	27.0	0.0	—	—	—	100	53	81	0.9	0.3	S	
14	27.8	33.0	22.1	26.7	0.0	—	—	—	99	59	84	0.7	0.2	ESE	
15	28.2	32.6	22.8	26.8	0.0	—	—	—	100	47	83	1.0	0.3	S	
16	28.5	32.5	22.0	26.7	0.0	—	—	—	100	58	83	1.3	0.5	S	
17	28.7	31.9	23.8	27.4	0.0	—	—	—	100	62	83	1.6	0.7	S	
18	29.2	32.4	22.7	27.2	0.0	—	—	—	100	56	80	1.3	0.5	S	
19	28.3	29.7	18.6	24.0	0.0	—	—	—	99	68	86	1.1	0.5	NE	
20	19.0	20.2	17.8	19.0	9.0	—	—	—	100	93	98	0.7	0.3	N	
21	19.9	24.9	16.9	21.4	118.5	—	—	—	100	81	97	4.8	1.0	S	
22	25.4	26.2	17.3	21.4	2.5	—	—	—	100	67	87	1.2	0.4	ESE	
23	18.4	21.2	15.7	17.9	0.0	—	—	—	100	68	92	0.9	0.2	NNW	
24	19.2	24.3	11.6	17.5	0.0	—	—	—	100	44	79	1.0	0.2	SSW	
25	20.4	23.1	13.4	17.6	0.0	—	—	—	98	60	84	0.7	0.2	ENE	
26	18.8	20.7	13.4	17.0	0.0	—	—	—	98	67	88	0.8	0.2	NNW	
27	17.8	24.3	13.4	18.2	0.5	—	—	—	97	55	82	1.0	0.4	NNW	
28	19.1	24.8	11.9	17.8	0.0	—	—	—	98	51	81	1.4	0.4	NNW	
29	21.2	25.3	13.6	18.8	0.0	—	—	—	99	60	85	0.9	0.3	WSW	
30	20.1	27.4	16.0	21.2	0.0	—	—	—	100	62	86	0.7	0.2	WSW	
合計					180.5	—	—	—							
平均	24.5	28.5	19.4	23.4		—	—	—	99	62	86	1.2	0.4		

## 観測地点：筑波実験林 2011年 10月 気象月報

日	気 温 °C				降水量 mm	日照時間 h	水平面日射量 MJ/m <sup>2</sup>	蒸発量 mm	相 対 湿 度 %			風 速 m/s		風 向	記 事
	9時気温	最 高	最 低	日平均					最 大	最 小	日平均	最 大	日平均		
1	19.5	22.0	16.7	19.4	0.0	—	—	—	96	58	80	0.7	0.2	E	蒸発量測定停止
2	16.2	19.6	14.6	16.4	0.0	—	—	—	94	60	78	0.8	0.2	N	
3	16.3	21.9	10.6	15.6	0.0	—	—	—	93	28	66	1.3	0.3	WNW	
4	16.5	21.5	7.9	14.7	0.0	—	—	—	96	41	73	1.0	0.3	SW	
5	15.7	17.9	13.8	15.9	66.0	—	—	—	100	84	95	1.4	0.3	N	
6	18.6	24.1	16.6	19.4	13.5	—	—	—	100	66	90	1.5	0.4	NNW	
7	20.1	24.1	10.0	18.3	0.0	—	—	—	99	36	67	2.1	0.8	NW	
8	16.3	22.1	8.1	15.1	0.0	—	—	—	98	43	75	0.8	0.2	S	
9	18.9	22.6	13.1	17.6	0.0	—	—	—	97	61	83	0.8	0.2	S	
10	18.0	24.4	15.5	18.7	5.0	—	—	—	99	58	90	1.1	0.2	WNW	
11	18.7	23.8	13.4	17.9	0.0	—	—	—	100	56	88	0.8	0.2	ENE	
12	18.6	22.5	14.2	17.7	0.0	—	—	—	97	53	81	0.8	0.2	W	
13	17.8	23.0	14.1	17.9	0.0	—	—	—	98	68	87	0.9	0.2	NW	
14	16.8	27.1	13.5	19.4	5.5	—	—	—	100	58	88	1.0	0.2	S	
15	22.6	23.5	19.6	21.4	6.5	—	—	—	100	85	97	2.1	0.4	S	
16	22.8	27.2	18.3	22.0	5.5	—	—	—	98	70	89	1.5	0.5	S	
17	21.4	23.9	15.8	19.6	0.0	—	—	—	96	63	81	1.1	0.2	NNE	
18	17.3	20.3	12.3	16.7	0.0	—	—	—	95	61	81	0.8	0.2	NE	
19	15.0	16.2	9.4	13.2	0.0	—	—	—	98	68	82	1.0	0.4	N	
20	17.8	20.7	13.2	16.2	0.0	—	—	—	92	64	78	1.2	0.5	N	
21	18.5	21.2	13.2	17.3	1.0	—	—	—	97	73	86	1.0	0.4	N	
22	20.2	23.7	16.5	19.8	39.5	—	—	—	100	89	97	0.8	0.3	SSW	
23	21.4	24.5	19.0	21.5	0.0	—	—	—	98	80	91	1.1	0.3	S	
24	19.8	21.2	17.3	18.9	0.0	—	—	—	97	71	88	1.0	0.3	ENE	
25	19.7	24.1	15.5	19.7	0.0	—	—	—	98	68	85	0.9	0.3	WNW	
26	15.0	18.3	6.8	13.6	0.0	—	—	—	93	44	73	1.3	0.2	N	
27	12.8	17.6	4.3	10.6	0.0	—	—	—	99	44	80	1.0	0.2	NNE	
28	13.6	18.9	5.7	11.8	0.0	—	—	—	99	52	84	1.0	0.2	NW	
29	12.7	19.8	6.5	12.9	0.0	—	—	—	99	60	86	1.0	0.2	S	
30	17.3	19.9	11.3	15.8	0.0	—	—	—	96	58	81	1.3	0.3	NNW	
31	15.1	22.2	11.2	16.3	0.5	—	—	—	98	52	86	1.3	0.3	NNW	
合計					143.0	—	—	—							
平均	17.8	21.9	12.8	17.1		—	—	—	97	60	83	1.1	0.3		

## 観測地点：筑波実験林 2011年 11月 気象月報

日	気 温 °C				降水量 mm	日照時間 h	水平面日射量 MJ/m <sup>2</sup>	蒸発量 mm	相 对 湿 度 %			風 速 m/s		風 向	記 事
	9時気温	最 高	最 低	日平均					最 大	最 小	日平均	最 大	日平均		
1	15.7	19.7	7.3	13.2	0.0	—	—	—	100	41	81	0.9	0.2	NE	蒸発量測定停止
2	13.2	21.0	7.3	14.1	0.0	—	—	—	99	60	86	0.8	0.2	SSW	
3	14.3	19.1	10.4	14.5	0.0	—	—	—	98	64	90	1.2	0.1	NW	
4	15.9	21.7	9.4	14.8	0.0	—	—	—	100	56	89	0.7	0.1	SE	
5	15.9	20.2	10.3	15.7	0.5	—	—	—	100	76	93	0.5	0.1	SW	
6	16.9	18.7	15.9	16.9	6.5	—	—	—	100	96	99	0.5	0.1	NNE	
7	16.2	21.3	13.5	16.2	0.5	—	—	—	100	57	91	1.1	0.2	NNE	
8	12.6	15.6	8.1	12.5	7.0	—	—	—	100	70	92	0.6	0.1	ESE	
9	13.2	18.9	6.7	11.1	0.0	—	—	—	100	48	84	0.8	0.1	E	
10	12.7	15.4	7.9	10.9	0.0	—	—	—	98	62	85	0.7	0.1	NE	
11	10.6	12.6	8.9	10.8	14.5	—	—	—	100	90	96	1.5	0.3	NNW	
12	15.1	19.0	10.5	14.2	0.0	—	—	—	99	73	92	0.6	0.2	NNW	
13	14.6	19.4	9.5	14.0	0.0	—	—	—	100	71	92	1.1	0.1	N	
14	14.3	19.1	10.2	13.9	2.5	—	—	—	100	60	88	0.7	0.2	ENE	
15	11.9	15.1	5.2	10.9	0.0	—	—	—	98	57	85	0.8	0.2	S	
16	9.3	13.7	1.6	7.7	0.0	—	—	—	99	40	78	1.3	0.2	NNE	
17	10.8	16.4	1.6	9.0	0.0	—	—	—	97	33	74	0.8	0.2	S	
18	8.1	13.3	6.9	9.7	0.0	—	—	—	98	75	86	0.7	0.2	NNW	
19	10.8	20.0	8.6	9.2	35.5	—	—	—	100	90	98	2.2	0.3	SW	
20	16.1	20.6	7.7	14.9	0.0	—	—	—	100	77	93	0.8	0.3	SSW	
21	9.4	14.7	2.0	8.4	0.0	—	—	—	100	36	76	1.9	0.4	NNW	
22	7.2	13.3	0.2	6.2	0.0	—	—	—	98	35	77	2.4	0.3	NNW	
23	9.5	15.5	5.0	12.2	0.0	—	—	—	98	65	85	0.9	0.2	NNW	
24	10.4	17.3	6.6	11.4	0.0	—	—	—	100	31	67	2.1	0.5	WNW	
25	8.5	14.9	1.3	7.6	0.0	—	—	—	94	32	65	2.2	0.4	W	
26	7.1	12.9	-0.4	6.3	0.5	—	—	—	98	41	75	0.8	0.2	S	
27	5.6	13.3	1.5	6.8	0.0	—	—	—	97	55	83	1.0	0.2	WSW	
28	6.9	13.9	3.3	8.1	0.0	—	—	—	98	66	90	0.8	0.1	W	
29	10.1	17.4	7.6	10.9	0.0	—	—	—	97	52	85	0.8	0.1	W	
30	10.6	17.9	5.2	11.2	0.0	—	—	—	99	68	88	1.1	0.4	ENE	
合計					67.5	—	—	—						NNW	
平均	11.8	17.1	6.7	11.4		—	—	—	99	59	85	1.1	0.2		

## 観測地点：筑波実験林 2011年 12月 気象月報

日	気 温 °C				降水量 mm	日照時間 h	水平面日射量 MJ/m <sup>2</sup>	蒸発量 mm	相 对 湿 度 %			風 速 m/s		風 向	記 事
	9時気温	最 高	最 低	日平均					最 大	最 小	日平均	最 大	日平均		
1	6.3	9.2	5.1	6.1	3.5	—	—	—	98	74	93	1.3	0.3	NNE	蒸発量測定停止
2	4.8	6.9	2.6	5.5	1.0	—	—	—	96	65	76	1.5	0.8	N	
3	13.4	16.3	6.5	11.4	18.0	—	—	—	99	80	96	1.7	0.5	N	
4	12.4	15.5	3.6	10.8	0.0	—	—	—	99	32	63	2.2	0.8	W	
5	7.8	14.6	1.5	7.0	0.0	—	—	—	98	34	74	2.5	0.4	NNW	
6	6.5	10.8	0.4	5.3	11.5	—	—	—	99	56	85	0.8	0.1	NNE	
7	5.9	11.6	2.6	7.0	0.0	—	—	—	99	64	90	0.7	0.2	NNW	
8	6.2	8.3	4.4	5.9	2.5	—	—	—	98	84	94	0.8	0.3	N	
9	2.4	6.0	-0.2	3.1	4.5	—	—	—	99	71	94	0.9	0.2	N	
10	1.5	9.7	-2.5	2.9	0.5	—	—	—	93	35	74	0.9	0.2	W	
11	4.3	13.3	-2.2	4.7	0.0	—	—	—	97	37	74	1.4	0.4	SSW	
12	3.2	13.7	-0.7	4.9	0.0	—	—	—	97	50	83	0.8	0.2	SW	
13	5.7	11.5	-0.6	4.8	0.0	—	—	—	99	39	78	1.2	0.2	NNE	
14	3.7	9.3	1.7	6.0	0.0	—	—	—	95	66	78	0.9	0.3	NW	
15	6.8	14.1	0.2	6.7	0.0	—	—	—	99	50	81	1.0	0.2	WSW	
16	8.2	11.0	-0.8	6.4	0.0	—	—	—	93	45	73	1.7	0.5	NE	
17	0.9	8.7	-4.1	1.3	0.0	—	—	—	95	30	70	2.1	0.4	NW	
18	1.2	10.3	-4.6	2.0	0.0	—	—	—	94	41	73	1.7	0.2	NW	
19	2.4	8.5	-2.3	2.0	0.0	—	—	—	96	50	80	1.0	0.1	NW	
20	1.4	9.6	-4.7	1.8	0.0	—	—	—	96	32	72	2.2	0.4	NW	
21	0.0	8.1	-2.8	1.8	0.0	—	—	—	94	58	82	0.9	0.1	NNE	
22	1.3	6.8	-1.4	2.0	0.0	—	—	—	98	77	91	1.1	0.2	W	
23	5.9	8.0	-1.1	4.2	0.0	—	—	—	95	25	48	2.8	1.2	NNW	
24	2.2	7.1	-3.6	1.0	0.0	—	—	—	89	37	65	1.0	0.2	SE	
25	1.7	8.0	-5.1	1.2	0.0	—	—	—	92	30	65	2.1	0.4	WSW	
26	2.3	7.8	-4.8	1.3	0.0	—	—	—	89	29	58	2.0	0.6	WNW	
27	2.8	7.9	-3.9	2.6	0.0	—	—	—	84	30	52	3.1	0.8	WNW	
28	1.7	6.8	-2.5	1.4	0.0	—	—	—	86	39	63	1.4	0.4	NNW	
29	-0.5	8.8	-4.3	1.3	0.0	—	—	—	90	50	76	0.9	0.2	SW	
30	4.9	8.5	-3.3	2.6	0.0	—	—	—	94	27	57	2.7	0.7	WNW	
31	0.2	8.0	-5.6	0.5	0.0	—	—	—	90	30	67	1.1	0.2	NW	
合計					41.5	—	—	—							
平均	4.1	9.8	-1.0	4.0		—	—	—	95	47	75	1.5	0.4		

## 資料

# 筑波大学農林技術センターにおける1998年から2011年までの 飼料用トウモロコシの生育ならびに収量調査結果

片桐孝志<sup>1</sup>・秋葉よしえ<sup>1</sup>・山本倫成<sup>1</sup>・岡田一男<sup>1</sup>

浅野敦之<sup>1,2</sup>・石川尚人<sup>1,2</sup>・田島淳史<sup>1,2\*</sup>

<sup>1</sup> 筑波大学農林技術センター

305-8577 茨城県つくば市天王台1-1-1

<sup>2</sup> 筑波大学生命環境系

305-8572 茨城県つくば市天王台1-1-1

## 緒言

筑波大学農林技術センター畜産部門では、乳牛に給与する基礎飼料とするために飼料用トウモロコシを栽培している。一般に、飼料用トウモロコシは高い収穫量を得る事が期待できる半面、成長に伴う土壤中養分の吸収が大きいいため、注意が必要である。一方、植物体の成長は気象条件に大きく左右されること、新品種の導入および当該年度の事情により栽培品種が変更される等の事情から、各年の収穫量の変化を単純に比較することは困難である。

そこで、1998年から2011年までの14年間に亘る筑波大学農林技術センター飼料作物圃場における飼料用トウモロコシの生育調査および収量調査結果を記録する事により、将来の参考に資する事を目的とした。

## 材料と方法

筑波大学農林技術センターでは飼料作物圃場をA圃場(200a)、B圃場(180a)、C圃場(100a)、D圃場(50a)およびE圃場(170a)の5区画に分け、飼料用トウモロコシを栽培している。

施肥および播種には、真空施肥播種機(製品名ジェットシーダ:タカキタ)を用い、畝間は75cm、株間は26cmとした。播種に先立ち、種子に忌避剤(キヒゲンR-2フロアブル、米澤化学(株)、農林水産省登録:第20604号)を粉

衣した。播種量は5100粒/10aとし、早中生種および中生種における播種は、それぞれ4月上旬から中旬にかけて、および5月中旬から6月中旬にかけて行った。除草剤は、播種後にラッソー乳剤(アラクロール乳剤、農林水産省登録:第10778号、日産化学工業(株))およびゲザプリム®フロアブル(別名:アトラジン水和剤、GESAPRIM SC、シンジェンタジャパン株式会社、農薬取締法登録番号:第22137号)を、またイチビ防除として、BASFバサグラン液剤(ナトリウム塩)(BASFジャパン、農薬取締法、登録番号第21254号)を散布した。その他の栽培管理は、本センターの慣行法に従った。

生育調査は、各圃場・各品種とも、3地点で行い、任意の10株、合計30株を用い、発芽日、草丈、展開葉数、雄穂抽出期、絹糸抽出日を記録した。収穫開始直前に、調査株の中から任意の6~15株を採取し、稈長、着雌穂高を測定するとともに茎葉重、雌穂重および根重を計測した。その後乾燥器(80℃)で1週間乾燥し、茎葉、雌穂および根の乾物重を測定し、乾物量、TDN収量(Kg/10a)、DCP収量(Kg/10a)および乾物率(%)を算出した。病害虫の調査および倒伏折損は収量調査時に同時に行った。毎年秋に飼料用トウモロコシを収穫した後、後作として飼料用ライ麦を栽培した。また、ローテーションで休耕年を設け、白クローバを栽培した。いずれの場合にも、次年の春に緑肥として圃場に鋤きこんだ。なお、1999年-2001年

\*連絡者: 田島淳史 筑波大学生命環境系

305-8572 茨城県つくば市天王台1-1-1

E-mail: tajima.atsushi.gb@u.tsukuba.ac.jp

は各々の圃場を二区画または四区画に分割し、個々の圃場内に異なった品種を作付けした。

以下に1998年から2011年までの各年における飼料作物の栽培状況を要約する。

#### 1998年（平成10年度）

各圃場における生育は全般的に順調であったが、B圃場に栽培したパイオニアP3470においては、刈り取り直前になり急速に茎葉の枯れ上がりが進んだ。しかし、いずれの圃場においても収穫直前に台風の影響を受け倒伏・折損が生じ、特にB圃場での被害が大きかった。栽培した品種の中では、スノーデント135の被害が大きかったことから刈り取り作業に支障を来し、大きな収穫量の損失が生じた。本年度は、除草剤を用いる事により、外来雑草のイチビの発生を抑制することができた。

#### 1999年（平成11年度）

播種時における播種機の不調およびネキリムシの発生により欠株が生じたが、その後の生育は順調であった。台風による倒伏・折損などはなく、刈り取り作業は順調であった。収穫後、サイロ詰めする際に、早生種においてはスチールサイロに加えてチューブバッグに詰め込んだ。晩生種においては、スタックサイロおよびバンカーサイロへと詰め込み方法を切り替えた。これは、スチールサイロのクロスカット・アンローダーのチェーンが故障したことによる。サイレージの調整方法を変更したのは、クロスカット・アンローダーの本体およびチェーンは極めて高価であるため更新が困難になった事、および前年度に収穫したサイレージを使い切る前に追い詰めを行うために、前年度のサイレージの品質が著しく劣化することが主な理由である。本年度は、外来雑草イチビの発生を抑制する事ができなかった。

#### 2000年（平成12年度）

施肥については、十分な量の完熟堆肥が手当てできず、堆肥散布を行えなかった。A圃場のみ、土壌改良の目的で木材チップを散布した。B圃場では、深播きや播種後の降雨、また、害虫（ハリガネムシ）による欠株が多く生じた。A圃場では、木材チップを大量散布した場所で、原因は不明であるが一部発育不良がみられた。また、7月上旬に台風の被害を受けたが、その後回復し、刈り取り時にはスノーデント135でわずかに被害がみられただけだった。刈り取り・サイロ詰めについてはスチールサイロが使用不能になったため、平成12年度からすべ

てスタックおよびバンカーサイロへと調製方法を切り替えた。スタックサイロは、夏季の二次発酵を防ぐために前年度より幅の狭いものにした。また、本年度は、地力回復の目的でトウモロコシの後作として全圃場に白クローバ（フィア）を作付けした。

昨年度に引き続き、外来雑草イチビの発生を抑制する事ができなかった。

#### 2001年（平成13年度）

早生種では、生育は順調であったが、晩生種のA圃場では、播種後の降雨により圃場の一部が冠水し、部分的に発芽不良がみられた。さらに、夏季の少雨により、生育後期には、葉が枯れるなど被害を受け生育不良となった。雑草防除については、晩生種のA圃場では、圃場の排水性が悪く、土壌処理作業が行えず雑草が繁茂し、トウモロコシの生育不良の原因になった。早生種および晩生種のサイロ詰めの延べ作業時間は、同一面積にもかかわらず、晩生種の方が52時間も短縮された。これは、晩生種の刈取り時に、コーン・ハーベスターの刈取り刃を8枚から4枚に減らしたため、細断・吹き上げ効率が良くなり、作業効率が上がったことや、A圃場での生育不良による収量減に起因するものと思われた。休耕地のB圃場には、混播種子セットを播種し、夏季に3回刈取りを行い、有機物として圃場に還元した。秋作では、次年度トウモロコシ作付け予定圃場にライ麦を、休耕地には白クローバを作付けした。昨年度に引き続き、外来雑草イチビの発生を抑制する事ができなかった。

#### 2002年（平成14年度）

A圃場では、やせ地で圃場状態が悪いことから、施肥量を増やした。また平成12年度と同様に、十分な量の完熟堆肥が手当てできず、堆肥散布を行なう事ができなかった。同一熟期で収穫ができるよう圃場毎に晩生種の播種時期をずらし、サイレージの品質の安定化と労力の分散を図った。またA圃場では、種子不足により前年度の種子を播種したために、一部に発芽不良が見られたが、それ以外では、生育は順調であった。雑草防除では、整地作業が早かった事と強風や降雨により適期に土壌処理作業が行えず雑草が繁茂した圃場もみられた。本年度も、外来雑草イチビの発生を抑制する事ができなかった。サイロは、すべてスタックサイロとした。また、経費および廃棄物削減のため、スタックサイロ用ビニールシートの再利用を行なった。

休耕地では、作付けしたネマコロリが過繁茂し、刈り取りおよび鋤き込み作業に多くの時間を費やした。秋作の白クローバは播種時期を前年度より早めたため、発芽は良好であった。ライ麦は播種時期の遅れにより、発芽が遅れたがその後の生育は順調であった。

#### 2003年（平成15年度）

サイレージの不足が懸念されたため、多収品種を導入するとともに、作付け面積を増やし、収量増加を図った。また播種に先立ち堆肥散布を行った。本年度は冷夏のため、早生種においては例年に比べて生育が1週間以上遅れた。雑草防除は中生種では、外来雑草イチビ防除を行った。イチビについては、一部の圃場を除き発生し、完全に防除することができなかった。サイロ詰め期間中、両品種ともに、天候不順のために連続して作業が行えなかった。また、降雨のためスタックサイロに積み上げた土が崩れたため、その修復に多くの時間を要した。一方、スタックサイロに積み上げる土を採取するために、サイロに平行して溝が生じた。この溝は、転落事故の危険性があることから学内の枯木を伐採した際に生じた木材チップを使用して一部の溝を埋め戻した。サイロ用ビニールシートは、使用した計27枚のうち13枚を再利用した。休耕地のD圃場では、生物生産機械工学実習でネマコロリを播種した。秋作では、白クローバの圃場に12月に導入されたバキュームカーにより、牛舎汚水の散布を行った。ライ麦は、播種後の天候不順により、鎮圧作業が不完全な圃場があった。

#### 2004年（平成16年度）

前年度と同様に堆肥散布を行った。梅雨期の少雨の影響を受けてトウモロコシの一部に枯れや生育不良が見られた。中生種では、台風の影響を受けて一部倒伏した。雑草防除は、早生種では、土壌が乾燥していたため除草剤の効果が劣り雑草が繁茂した。引き続き、早生種及び中生種ともに、外来雑草イチビ防除も行った。イチビについては、一部の圃場を除き発生し、完全に防除することができなかった。サイロ詰めは、サイロの両側の盛り土をとってできた溝を埋め戻して、同じ場所に同様にしてサイロを作った。そのため地盤が軟弱で、一部でサイロに盛った土が崩れその修復に時間を要した。また、引き続きサイロの溝の埋め戻しを行った。サイロ用ビニールシートの再利用では、全18枚使用中5枚を再利用した。秋作では、降

雨が続き、圃場作業に遅れが生じた。また秋には、飼料作物圃場の一角に設けていた堆肥置き場を圃場に戻すために、ライ麦を播種した。

#### 2005年（平成17年度）

堆肥散布は中生種を播種した圃場にのみ散布した。栽培した二品種ともに、台風の被害も無く、生育は順調であった。雑草防除は、両品種ともに、播種後にラッソー乳剤およびゲザプリムフロアブルを用いて土壌処理を行った。また、外来雑草イチビ防除は早生種を播種した圃場でのみ行い、中生種を播種した圃場は発生量が少なかったため行わなかった。イチビについては、一部の圃場を除き発生し、完全に防除することはできなかった。サイロ詰めは、スタックサイロ調製時、溝を掘らずに土盛りを行なうことができた。またサイロ調製地の面積を増やし、サイロの列の間に土置き場を設け、土の運搬時間を短縮し省力化を図ったが、それでも、土の運搬作業に多くの時間を要した。秋作では、他の作業との関係で、圃場作業に遅れが生じた。白クローバでは、強風で種子が飛ばされたため、発芽は一部でしか見られなかった。

#### 2006年（平成18年度）

スノーデント118およびスノーデント127sのいずれの品種においても台風の被害も無く生育は順調であったが、収穫前にイノシシによる被害が見られた。雑草防除は、両品種ともに播種後に土壌処理と外来雑草イチビ防除を行った。イチビについては、一部の圃場を除き発生し、完全に防除することはできなかった。昨年度導入したミニショベルにより、サイロ調製時の土盛りは省力化されたが、土の運搬作業に多くの時間を要した。現在の土盛りの方法では、サイレージを覆うビニールシートの強度が弱くなり、土降ろしの時に破損し、ほとんど再利用ができなくなった。秋作では、次年度早生種の飼料用トウモロコシ作付け予定地を休耕地とし、作付けは行わず省力化を図った。また、年末の大雨で、A圃場の2ヶ所で圃場が陥没した。

#### 2007年（平成19年度）

飼料用トウモロコシとして、中生種ではスノーデントわかばを作付けした。早生種および中生種ともに、台風の被害も無く、生育は順調であった。本年度は作付けした全圃場で収穫前にイノシシ被害を受けた。

雑草防除は、早生種および中生種ともに、播種後に土壌処理を行った。本年度は中生種のE圃場を除く圃場に除草剤散布を行った。イチビ

については、一部の圃場を除き発生し、完全に防除することはできなかった。

サイロ詰め作業の省力化に取り組み、平成19年度は、サイロ調製前にサイロ予定地の両脇に盛り土を置いたことで土の運搬作業が少なくなり大幅に省力化された。さらにサイロ調製時の土盛りの作業も省力化され、作業の分散も行った。

平成19年度は、B、E圃場では適期に播種できたため、後作のライ麦および白クローバともに発芽は良好だった。平成18年度年末の大雨で、圃場の2ヶ所が陥没したA圃場は、暗渠工事予定のため耕起を行わず播種鎮圧したが、発芽は不良だった。

#### 2008年（平成20年度）

飼料用トウモロコシとして、早生種のスノーデント118、中生種のスノーデントわかばを作付けした。早生種および中生種ともに、台風の被害も無く、生育は順調であったが、収穫前にイノシシによる被害が見られた。

雑草防除は、早生種および中生種ともに、播種後に土壌処理を行った。イチビを防除するために除草剤を散布したが、一部の圃場を除き発生し、完全に防除することはできなかった。またC圃場では帰化雑草のヒルガオが繁茂した。近年海外から侵入した帰化雑草の増加が見られ今後は雑草の調査や防除対策の検討が必要である。

サイロ詰めは、平成19年度から、サイロ調製前にサイロ予定地の両脇に盛り土を置いたことで、土の運搬作業、サイロ調製時の土盛りの作業が省力化されてきている。平成20年度は、早生種は8月18、20日に実施し、調製量は、73tを2つのサイロに調製した。中生種は、9月1、3、8、10日に実施し、199tを4つのサイロに調製した。

平成20年度は、各圃場とも適期に播種できたため、A、B、D圃場ではライ麦、白クローバともに発芽は良好だったが、天候不順で鎮圧作業がうまく行えなかったC圃場の西側では発芽は不良だった。

#### 2009年（平成21年度）

粗飼料給与量の増加により、今後サイレージ不足が懸念されるため飼料用トウモロコシの増産を行った。増産の方法として、播種量を最適播種量近くまで増加させるとともに、作付けローテーションを変更して作付け面積を増加した。

春作の飼料用トウモロコシでは、早生種のスノーデント118、中生種のスノーデントわかばを作付けした。増産のため、平成20年度までは早生種および中生種ともに、5100粒/10a播種していたが、今年度は、早生種6300粒/10a、中生種5800粒/10aを播種したが、早生種では欠株が多く見られた。さらに、7月中旬以降の生育が過去2年間と比較して良くなかった。また、早生種および中生種ともに、収穫前にイノシシによる被害が見られた。雑草防除は、早生種および中生種ともに、播種後の土壌処理とイチビ防除として除草剤散布を行った。また、C圃場では海外から侵入した帰化雑草のヒルガオが、平成20年度ほどではないが繁茂した。今年度は、早生種は8月18、20日に実施し、調製量は、83tを2つのサイロに調製した。中生種は、9月2、4、7、9、16日に実施し、287tを5つのサイロに調製した。サイロ詰めは、合計で370tであった。増産により、平成20年度より36.0%増で98t増加した。

今年度は、A圃場の一部では、天候不順により圃場の状態が悪く播種、鎮圧作業が行えなかった。

#### 2010年（平成22年度）

平成21年度の増産により、サイレージの量が確保できたことから、ローテーション通りの作付けに戻した。

春作の飼料用トウモロコシでは、4月19日に早生種（E圃場）、5月27日（B圃場）、6月3日（C、D圃場）に中生種を、平成20年度と同じ5100粒/10a播種した。早生種および中生種ともに、収穫前にイノシシによる被害が見られた。雑草防除は、早生種および中生種ともに、播種後の土壌処理とイチビ防除として除草剤散布を行った。また、平成20年度大発生したC圃場のヒルガオは平成21年度よりも発生は少なかった。サイロ詰めは、スタックサイロに調製した。早生種は8月17、19日に実施し、調製量は、84tを2つのサイロに調製した。中生種は、9月6、8、13、15日に実施し、151tを4つのサイロに調製した。サイロ用ビニールシートについては、18枚のうち12枚分を再利用のシートを使用した。今後もシートの再利用を行い、コスト低減および廃棄物の削減に努めたい。

秋作では、天候不順や他の作業との関係でB圃場の播種作業が遅れたために、白クローバの発芽が不良だった。近年、秋作の作業が遅れが

ちになり、今後は、作業の省力化、作付け体系等について検討する必要がある。

トウモロコシの収量（10a当たり）は、早生種では、乾物で1978kg、生草で6417kg、乾物割合は31%であった。中生種では、乾物で1618kg、生草で5315kg、乾物割合は30%であった。早生種および中生種ともに、播種量が減少し乾物割合が高かったため、生草収量は平成21年度より減少したが、乾物収量では、乾物割合が高かったため増加した。今年度は、生育期間の気温が平年よりかなり高かったために、生育速度が速く熟期が進んだものと思われる。サイロ詰め時の収量は、早生種が84 t、中生種では151 tで合計235 tだった。早生種では、播種量は減少したが、平成21年度は欠株が多かったことや、7月中旬以降の生育があまり良くなかったことにより、0.1%増で平成21年度とほぼ同じだった。中生種では作付面積、播種量が減少し乾物割合が高かったため、47.4%減となり、合計では36.5%減で135 t減少した。

#### 2011年（平成23年度）

9月21日に通過した台風第15号の影響により、E圃場の飼料用トウモロコシが倒伏した。倒伏したのは、E圃場（170a）の内、実習時に収穫する予定であった約80aであった。倒伏により、コーン・ハーベスターでの作業効率は低下し、収穫ロスの増加により、収量は減少した。また、収穫時の土砂混入によりサイレージの品質が低下した。

春作の飼料用トウモロコシでは、早生種のスノーデント118をA圃場に200a、中生種のスノーデントわかばをC、D、E圃場に320a、合計520a作付けした。また、B圃場180aを休耕地とした。秋作は、A、E圃場370aにライ麦（緑肥用）、C、D圃場150aに白クローバ（普通

種）を作付けした。引き続き、B圃場180aを休耕地とした。飼料用トウモロコシの施肥について、A圃場では、降雨により圃場状態が悪く、播種機の施肥駆動輪に土砂が詰まり、回転がうまくいかず、施肥量減になった。播種はジェットシーダを使用し、4月20日に早生種（A圃場）、5月26日（C、D圃場）、6月10日（E圃場）に中生種を5100粒/10a播種した。また早生種および中生種ともに、収穫前にイノシシによる被害が見られた。雑草防除は、早生種および中生種ともに、播種後の土壌処理とイチビ防除として除草剤散布を行った。しかし降雨の影響により、A圃場のイチビ防除、E圃場の土壌処理ができなかったためE圃場では雑草が繁茂した。サイロ詰めは、スタックサイロに調製した。早生種は8月27、29日に実施し、2つのサイロに調製した。中生種は、9月7、9、14、26日に実施し、4つのサイロに調製した。秋作では、圃場作業が順調に行うことができたことため、A、E圃場のライ麦の生育は良好だったが、C、D圃場の白クローバでは、発芽、生育にばらつきが生じた。これは、強風や低温の影響によるものと思われる。

トウモロコシの収量（10a当たり）は、早生種では、生草収量および乾物収量ともに、平成22年度より減少した。これは、A圃場での施肥量減によるものと思われる。中生種では生草収量が多かったため、平成22年度より乾物割合が低かったが、乾物収量は増加した。サイロ詰め時の収量は、早生種が81 t、中生種では128 tで合計209 tだった。平成22年度より、作付面積は20a増加したが、収量は26 t減少した。これは、A圃場での施肥量減およびE圃場での台風の影響による倒伏が原因と思われる。



表2 B圃場における生育調査結果

年	圃場	品種名	項目	播種日	生育調査結果									
1998年	B南	スノーデント135	草丈 <sup>1)</sup>	5月14日	6月4日	6月18日	7月2日	7月16日	7月30日	8月13日	8月27日			
			展開葉数	—	32.6	74.4	148.2	228.9	289.2	312.6	313.5			
	B北	スノーデント135	草丈	—	29.8	68.7	146.2	243.3	297.0	314.5	309.9			
			展開葉数	—	3.1	5.6	9.0	13.4	18.8	22.5	22.9	22.9		
1999年	B南	パイオニアP3470	草丈	—	24.5	53.8	115.7	197.5	252.7	280.8	280.1			
			展開葉数	—	3.0	5.0	8.2	12.6	17.0	21.6	21.6	21.6		
	B北	パイオニアP3470	草丈	—	25.7	57.4	122.8	214.6	271.6	293.7	293.4			
			展開葉数	—	2.8	4.9	8.1	12.6	16.3	21.7	21.7	21.7		
2000年	B南	スノーデント108	草丈	4月9日	5月5日	5月20日	6月2日	6月16日	6月29日	7月14日	7月28日			
			展開葉数	—	19.0	46.8	98.8	191.3	263.8	283.8	284.6			
	B北	パイオニア3790	草丈	4月8日	5月5日	5月20日	6月2日	6月16日	6月29日	7月14日	7月28日			
			展開葉数	—	16.8	42.0	90.0	172.5	220.7	221.5	221.4			
2001年	B南	スノーデント108	草丈	4月11日	5月10日	5月24日	6月7日	6月21日	7月5日					
			展開葉数	—	18.5	38.1	97.5	177.4	254.1					
	B北	パイオニア115	草丈	4月15日	5月7日	5月21日	6月4日	6月18日	7月2日	7月16日	7月30日			
			展開葉数	—	15.8	22.3	51.8	111.3	181.2	250.3	256.4	21.7		
2002年	B南	スノーデント127S	草丈	6月5日	6月25日	7月9日	7月23日	8月6日	8月20日	9月3日				
			展開葉数	—	36.8	76.8	133.4	232.5	291.0	293.1	19.9			
	B北	パイオニア118	草丈	6月2日	6月22日	7月6日	7月20日	8月3日	8月17日	8月31日				
			展開葉数	—	37.4	99.2	197.2	311.2	325.1	292.8	18.2			
2003年	B南	スノーデント118	草丈	4月15日	5月10日	5月24日	6月7日	6月21日	7月5日	8月2日				
			展開葉数	—	17.3	27.6	68.0	160.8	268.2	331.4	331.2			
	B北	パイオニア118	草丈	4月11日	5月10日	5月24日	6月7日	6月21日	7月5日	8月2日				
			展開葉数	—	2.1	4.2	6.8	9.3	16.3	21.2	21.2			
2004年	B南	スノーデント118	草丈	4月11日	5月10日	5月24日	6月7日	6月21日	7月5日	8月2日				
			展開葉数	—	18.7	43.4	100.7	221.0	316.8	357.5	356.6			
	B北	パイオニア118	草丈	5月22日	6月11日	6月25日	7月9日	7月23日	8月6日	8月20日	9月3日			
			展開葉数	—	2.9	5.1	7.6	11.2	18.3	21.1	21.1			
2005年	B南	スノーデントわかば	草丈	5月22日	6月11日	6月25日	7月9日	7月23日	8月6日	8月20日	9月3日			
			展開葉数	—	24.4	80.0	183.9	309.9	340.7	340.2	22.0			
	B北	パイオニア118	草丈	6月3日	6月25日	7月7日	7月17日	7月29日	8月12日	8月27日				
			展開葉数	—	32.0	59.5	151.5	246.8	307.4	307.3	20.7			
2006年	B南	スノーデントわかば	草丈	5月27日	6月10日	6月22日	7月6日	7月21日	8月3日	8月18日	8月26日			
			展開葉数	—	13.1	44.2	134.3	254.7	309.7	307.6	20.8			
	B北	パイオニア118	草丈	5月27日	6月10日	6月22日	7月6日	7月21日	8月3日	8月18日	8月26日			
			展開葉数	—	3.9	7.4	13.6	19.3	21.2	20.8	20.8			

1) 草丈：cm

表3 C圃場における生育調査結果

年	圃場	品種名	項目	播種日	生育調査結果											
1998年	C西	スノーデント135	草丈 <sup>1)</sup>	5月20日	6月9日	6月23日	7月7日	7月21日	8月4日	8月18日	9月1日					
			展開葉数	-	21.9	55.3	143.3	221.8	283.6	302.8	301.5					
1998年	C東	パイオニアP3470	草丈	-	19.0	46.6	121.0	197.7	267.0	283.3	281.6					
			展開葉数	-	2.4	4.8	8.5	12.0	15.9	21.8	21.8					
1999年	C西	スノーデント108	草丈	4月8日	5月5日	5月20日	6月2日	6月16日	6月29日	7月14日	7月28日					
			展開葉数	-	19.5	41.9	95.5	190.8	261.6	291.0	291.0					
2000年	C東	パイオニア3790	草丈	-	17.0	39.9	89.9	171.0	228.9	229.6	229.4					
			展開葉数	-	2.0	4.3	6.4	11.2	15.6	15.8	15.8					
2001年	C西	スノーデント108	草丈	4月11日	5月10日	5月24日	6月7日	6月21日	7月5日	7月19日	7月31日					
			展開葉数	-	18.0	34.6	93.3	176.2	277.2	277.2	277.2					
2001年	C西	スノーデント115	草丈	4月24日	5月17日	5月31日	6月14日	6月28日	7月12日	7月26日	8月9日					
			展開葉数	-	20.2	48.2	109.0	201.3	294.5	294.5	294.5					
2002年	C東	パイオニアP3470	草丈	5月30日	6月19日	7月3日	7月17日	7月31日	8月14日	8月28日	9月11日					
			展開葉数	-	27.0	72.0	148.2	187.8	250.2	247.1	247.1					
2002年	C西	スノーデント127S	草丈	5月29日	6月18日	7月2日	7月16日	7月30日	8月13日	8月27日	9月10日					
			展開葉数	-	36.5	92.5	151.6	229.3	319.7	320.9	320.9					
2004年	C東	スノーデント127S	草丈	5月24日	6月15日	6月29日	7月13日	7月27日	8月10日	8月24日	9月7日					
			展開葉数	-	3.0	6.1	8.9	14.1	20.2	20.2	20.2					
2005年	C西	スノーデント127S	草丈	5月26日	6月15日	6月29日	7月13日	7月27日	8月10日	8月24日	9月7日					
			展開葉数	-	26.8	72.0	137.6	233.9	318.7	314.1	314.1					
2006年	C東	スノーデント118	草丈	4月9日	5月8日	5月22日	6月5日	6月19日	7月3日	7月17日	7月31日					
			展開葉数	-	14.8	24.0	57.1	127.1	249.8	342.9	343.7	343.7				
2007年	C西	スノーデント118	草丈	4月7日	5月7日	5月20日	6月2日	6月17日	7月1日	7月15日	7月29日					
			展開葉数	-	18.9	30.1	67.5	148.7	246.1	339.0	343.7	343.7				
2009年	C東	スノーデントわかば	草丈	6月16日	7月2日	7月15日	7月29日	8月12日	8月26日	9月9日	9月23日					
			展開葉数	-	3.0	4.0	6.2	8.2	12.4	17.4	20.5	20.5				
2010年	C西	スノーデントわかば	草丈	6月3日	6月16日	6月29日	7月13日	7月27日	8月10日	8月24日	9月7日					
			展開葉数	-	19.7	64.5	154.9	274.9	307.4	307.2	307.2					
2011年	C東	スノーデントわかば	草丈	5月26日	6月17日	7月1日	7月14日	7月28日	8月10日	8月24日	9月6日					
			展開葉数	-	25.6	65.0	157.8	251.4	308.5	307.3	307.3					

1) 草丈: cm

表4 D圃場における生育調査結果

年	圃場	品種名	項目	播種日	生育調査結果									
1998年	D北	バイオニアP3470	草丈 <sup>1)</sup>	5月20日	6月9日	6月23日	7月7日	7月21日	8月4日	8月18日	9月1日			
			展開葉数	—	20.8	46.9	122.5	196.3	254.1	275.8	270.6			
1999年	D南	スノーデント135	草丈	5月20日	6月9日	6月23日	7月7日	7月21日	8月4日	8月18日	9月1日			
			展開葉数	—	2.2	4.8	8.5	12.0	15.8	22.1	22.2			
2000年	D北	バイオニアP3470	草丈	5月14日	6月4日	6月18日	7月2日	7月16日	7月30日	8月13日				
			展開葉数	—	22.3	51.2	97.2	178.1	250.0	259.3				
2001年	D南	スノーデント135	草丈	5月13日	6月4日	6月18日	7月2日	7月16日	7月30日	8月13日				
			展開葉数	—	2.2	5.2	7.9	11.5	18.1	21.0				
2002年	D北	バイオニアP3470	草丈	5月9日	5月31日	6月14日	6月28日	7月12日	7月26日					
			展開葉数	—	22.0	51.7	112.7	199.5	279.0					
2003年	D南	スノーデント135	草丈	5月11日	5月31日	6月14日	6月28日	7月12日	7月26日					
			展開葉数	—	2.7	5.0	7.9	12.2	20.6					
2004年	D北	バイオニアP3470	草丈	5月30日	6月19日	7月3日	7月17日	7月31日	8月14日	8月28日				
			展開葉数	—	31.4	91.5	182.6	240.9	267.6	265.8				
2005年	D南	スノーデント115	草丈	4月24日	5月17日	5月31日	6月14日	6月28日	7月12日					
			展開葉数	—	19.8	38.5	92.6	176.4	278.5					
2006年	D北	スノーデント127S	草丈	5月13日	6月2日	6月16日	6月30日	7月14日	7月28日	8月11日	8月25日			
			展開葉数	—	20.9	48.1	111.5	193.7	306.3	311.8	305.7			
2007年	D南	スノーデント127S	草丈	5月26日	6月15日	6月29日	7月13日	7月27日	8月10日	8月24日				
			展開葉数	—	27.4	77.5	148.6	246.6	327.3	321.1				
2008年	D北	スノーデント118	草丈	4月9日	5月8日	5月22日	6月5日	6月19日	7月3日	7月17日	7月31日			
			展開葉数	—	14.1	27.2	68.7	148.2	268.6	344.4	343.9			
2009年	D南	スノーデント118	草丈	4月7日	5月7日	5月20日	6月2日	6月17日	7月1日	7月15日	7月29日	8月11日		
			展開葉数	—	18.4	30.9	70.7	156.5	253.4	331.7	329.9			
2010年	D北	スノーデントわかば	草丈	6月3日	6月16日	6月29日	7月13日	7月27日	8月10日	8月24日	9月7日			
			展開葉数	—	21.2	66.4	154.9	288.4	315.4	314.6				
2011年	D南	スノーデントわかば	草丈	5月26日	6月17日	7月1日	7月14日	7月28日	8月11日	8月25日				
			展開葉数	—	30.1	81.0	192.1	297.9	309.8	305.2				

1) 草丈：cm



表6 A圃場における収量調査結果

年	圃場	品種名	播種日	出芽期	雄抽出期	絹糸抽出期	収量調査日	播種後日数	熟期	乾物重			DCP収量 (kg/10a)	乾物率 (%)	
										茎葉重 (kg/10a)	雌穂重 (kg/10a)	根重 (kg/10a)			TDN収量 (kg/10a)
1998年		休作													
1999年	A北	スノーデント135	5月13日	5月21日	7月25日	8月2日	8月31日	110	黄熟期	1,145	504	170	1,095	40	27.6
	A南	パイオニアP3470	5月13日	5月21日	7月25日	7月28日	8月31日	110	黄熟期	867	679	269	1,082	50	28.5
2000年	A北	スノーデント135	5月11日	5月18日	7月23日	7月27日	8月2日	83	未熟期	1,137	37	348	693	8	19.0
	A南	パイオニアP3470	5月10日	5月17日	7月23日	7月25日	8月2日	84	未熟期	879	60	270	562	8	22.4
2001年	A北	スノーデント115	4月24日	5月4日	7月8日	7月10日	7月20日	87	未熟期	737	101	163	515	10	17.3
	A南	パイオニアP3470	5月30日	6月5日	8月3日	8月8日	9月1日	94	乳熟期	631	213	118	660	44	26.6
2002年		パイオニアP3470	5月29日	6月3日	8月4日	8月8日	8月31日	94	糊熟期	818	348	265	898	57	23.5
2003年		スノーデント127S	5月23日	5月30日	8月2日	8月3日	9月1日	101	黄熟期	771	420	122	806	32	19.7
2004年		スノーデント115	4月14日	4月23日	7月4日	7月6日	8月1日	109	乳熟期	786	484	164	868	37	25.0
2005年		休作													
2006年		スノーデント127S	6月6日	6月12日	8月5日	8月7日	9月8日	94	黄熟期	815	558	126	948	42	21.5
2007年		スノーデントわかば	6月13日	6月20日	8月5日	8月7日	9月25日	104	黄熟期	819	898	198	1,717	65	28.9
2008年		スノーデントわかば	6月5日	6月11日	8月4日	8月5日	9月5日	92	黄熟期	900	532	164	976	40	22.0
2009年		スノーデントわかば	5月21日	5月29日	7月29日	8月2日	9月1日	104	黄熟期	1,018	584	163	1,602	129	20.3
2010年		休作													
2011年		スノーデント118	4月19日	4月30日	7月11日	7月12日	8月18日	121	黄熟期	850	595	108	1,446	44	27.9

A圃場における収量調査結果(続き)

年	圃場	品種名	穂長 (cm)	雌穂高 (cm)	倒伏・折損 (%)	虫害折損 (%)	ごま葉枯病 (0-5)	病害			堆肥量 (t/10a)
								黒穂病 (%)	紋枯病 (%)	施肥量 (kg/10a)	
1998年		休作									
1999年	A北	スノーデント135	226	128	0	0	0	0	0	71	4.5
	A南	パイオニアP3470	188	80	0	0	0	0	0	71	4.5
2000年	A北	スノーデント135	247	139	7	0	0	0	0	74	0
	A南	パイオニアP3470	224	120	0	0	0	0	0	74	0
2001年	A北	スノーデント115	244	119	0	0	0	0	0	95	4
	A南	パイオニア3470	191	99	0	3	0	3	0	91	4
2002年		パイオニア3470	214	108	0	0	0	0	0	100	0
2003年		スノーデント127S	260	114	0	0	0	0	0	80	4
2004年		スノーデント115	230	110	0	0	0	0	3	80	4
2005年		休作									
2006年		スノーデント127S	289	132	0	0	0	7	0	96	0.8
2007年		スノーデントわかば	259	123	3	0	0	0	0	93	1.8
2008年		スノーデントわかば	286	159	0	0	0	0	0	78	2.4
2009年		スノーデントわかば	258	144	0	0	0	0	0	98	1.4
2010年		休作									

表7 B圃場における収量調査結果

年	圃場	品種名	播種日	出芽期	雄穂抽出期	絹糸抽出期	収量調査日	播種後日数	熟期	乾物重				DCP収量 (kg/10a)	乾物率 (%)	
										茎葉重 (kg/10a)	雌穂重 (kg/10a)	根重 (kg/10a)	総量 (kg/10a)			
1998年	B北	スノーデント135	5月14日	5月20日	7月29日	8月4日	9月14日	123	黄熟	1,090	624	172	1,714	1,165	94	30.8
	B南	パイオニアP3470	5月14日	5月20日	7月31日	8月1日	9月14日	123	完熟	844	585	239	1,429	989	79	42.5
1999年	B北	スノーデント108	4月9日	4月21日	6月26日	6月30日	7月30日	112	黄熟期	736	706	118	1,442	1,028	51	29.1
	B南	パイオニアP3790	4月8日	4月21日	6月21日	6月23日	7月30日	113	黄熟期	460	656	76	1,116	825	47	37.9
2000年		スノーデント108	4月11日	4月26日	6月30日	7月4日	7月18日	98	乳熟期	711	218	174	929	599	18	18.1
2001年		休作														
2002年		スノーデント115	4月15日	4月23日	7月9日	7月12日	8月3日	110	糊熟期	829	457	152	1,286	971	59	24.0
2003年		スノーデント127S	6月5日	6月11日	8月10日	8月15日	9月8日	95	乳熟期	797	318	146	1,115	734	25	18.7
2004年		スノーデント127S	6月2日	6月8日	7月28日	8月3日	9月5日	95	黄熟期	710	619	131	1,330	940	45	21.6
2005年		スノーデント118	4月15日	4月26日	7月10日	7月11日	8月7日	114	糊熟期	899	633	105	1,532	1,061	47	22.1
2006年		休作														
2007年		スノーデント118	4月11日	4月26日	7月6日	7月6日	8月3日	114	糊熟期	915	498	112	1,413	956	38	20.8
2008年		スノーデントわかば	5月22日	5月28日	7月25日	7月28日	8月31日	101	黄熟期	829	636	209	1,466	976	47	19.0
2009年		スノーデントわかば	6月3日	6月9日	8月5日	8月7日	9月3日	93	黄熟期	948	576	155	1,524	1,041	44	18.5
2010年		スノーデントわかば	5月27日	6月4日	7月26日	7月29日	9月3日	99	黄熟期	870	758	323	1,629	1,151	56	32.1
2011年		休作														

B圃場における収量調査結果(続き)

年	圃場	品種名	稈長 (cm)	雌穂高 (cm)	倒伏・折損 (%)	虫害折損 (%)	病害被害	ごま葉枯病 (0-5)	黒穂病 (%)	紋枯病 (%)	施肥量 (kg/10a)	堆肥量 (t/10a)
	B南	パイオニアP3470	276	122	72	0	-	0	0	0	73	4
1999年	B北	スノーデント108	233	95	0	0	-	0	0	0	74	5.5
	B南	パイオニアP3790	178	84	0	0	-	0	0	0	74	5.5
2000年		スノーデント108	208	72	0	4	-	0	0	0	71	0
2001年		休作										
2002年		スノーデント115	211	102	7	0	-	0	0	0	80	0
2003年		スノーデント127S	237	107	0	0	-	0	0	0	80	4
2004年		スノーデント127S	267	122	0	0	-	0	0	0	80	4
2005年		スノーデント118	291	140	0	0	-	0	0	0	93	0
2006年		休作										
2007年		スノーデント118	299	163	0	0	-	0	0	0	88	1.3
2008年		スノーデントわかば	285	152	0	0	-	0	0	0	83	1.6
2009年		スノーデントわかば	255	132	0	0	-	0	0	0	98	1.3
2010年		スノーデントわかば	248	131	0	0	-	0	0	0	92	2.2
2011年		休作										

表8 C圃場における収量調査結果

年	圃場	品種名	播種日	出芽期	雄抽出期	絹糸抽出期	収量調査日	播種後日数	熟期	乾物重				DCP収量 (kg/10a)	乾物率 (%)	
										茎葉重 (kg/10a)	雌穂重 (kg/10a)	根重 (kg/10a)	総量 (kg/10a)			
1998年	C西	スノーデント135	5月20日	5月26日	8月2日	8月7日	9月25日	128	黄熟	956	628	144	1,583	1,090	88	33.2
	C東	パイオニアP3470	5月20日	5月26日	8月4日	8月4日	9月25日	128	黄熟	867	622	252	1,489	1,034	83	34.2
1999年	C西	スノーデント108	4月8日	4月21日	6月28日	7月2日	7月30日	113	黄熟期	745	590	112	1,335	935	44	28.1
	C東	パイオニア3790	4月8日	4月21日	6月23日	6月25日	7月30日	113	黄熟期	510	640	67	1,151	842	46	35.1
2000年		スノーデント108	4月11日	4月26日	7月1日	7月4日	7月18日	98	乳熟期	714	181	161	896	570	16	17.8
2001年	C西	スノーデント115	4月24日	5月4日	7月8日	7月8日	7月20日	87	未熟期	817	131	170	948	587	13	16.7
	C東	パイオニアP3470	5月30日	6月5日	8月5日	8月7日	9月1日	94	糊熟期	704	305	125	1,009	776	49	23.9
2002年																
2003年		スノーデント127S	5月29日	6月4日	8月4日	8月6日	9月1日	95	糊熟期	925	284	137	1,209	780	24	19.5
2004年		スノーデント127S	5月24日	6月1日	7月25日	7月29日	8月30日	98	黄熟期	794	597	110	1,391	969	44	23.4
2005年		スノーデント127S	5月26日	6月1日	8月1日	8月3日	9月1日	98	黄熟期	877	574	165	1,452	999	43	21.9
2006年		スノーデント118	4月9日	4月23日	7月10日	7月11日	8月14日	127	黄熟期	787	714	94	1,501	1,065	52	26.0
2007年																
2008年		スノーデント118	4月7日	4月22日	7月8日	7月10日	8月18日	133	黄熟期	1,170	594	104	1,764	1,186	46	32.4
2009年		スノーデントわかば	6月16日	6月21日	8月11日	8月15日	9月14日	91	黄熟期	988	545	305	1,533	1,038	42	20.8
2010年		スノーデントわかば	6月3日	6月11日	7月30日	8月2日	9月9日	98	黄熟期	871	719	315	1,589	1,118	53	27.3
2011年		スノーデントわかば	5月26日	6月3日	8月1日	8月4日	9月5日	102	黄熟期	892	784	284	1,675	1,185	57	24.4

C圃場における収量調査結果(続き)

年	圃場	品種名	稈長 (cm)	雌穂高 (cm)	倒伏・折損 (%)	虫害折損 (%)	病害害 (%)	ごま葉枯病 (0-5)	黒穂病 (%)	紋枯病 (%)	施肥量 (kg/10a)	堆肥量 (t/10a)
1998年	C西	スノーデント135	291	142	56	0	-	0	7	0	84	4
	C東	パイオニアP3470	257	113	32	0	-	0	0	0	84	4
1999年	C西	スノーデント108	244	100	0	0	-	0	0	0	74	5.5
	C東	パイオニア3790	186	95	0	0	-	0	0	0	74	5.5
2000年		スノーデント108	231	86	0	0	-	0	0	0	71	0
2001年	C西	スノーデント115	244	112	0	4	-	0	0	0	95	4
	C東	パイオニアP3470	201	106	0	0	-	0	3	0	91	4
2002年		休作										
2003年		スノーデント127S	263	111	0	0	-	0	0	0	80	4
2004年		スノーデント127S	279	123.1	10	0	-	0	0	0	80	4
2005年		スノーデント127S	264	121	0	0	-	0	0	0	81	1.4
2006年		スノーデント118	287	148	0	0	-	0	0	0	116	1.6
2007年		休作										
2008年		スノーデント118	306	146	0	0	-	0	0	0	88	1.2
2009年		スノーデントわかば	253	124	0	0	-	0	0	0	110	1.2
2010年		スノーデントわかば	248	128	0	0	-	0	0	0	96	2.4
2011年		スノーデントわかば	263	129	0	0	-	0	10	0	99	2

表9 D圃場における収量調査結果

年	圃場	品種名	播種日	出芽期	雄穂抽出期	絹糸抽出期	収量調査日	播種後日数	熟期	乾物重				DCP収量 (kg/10a)	乾物率 (%)	
										茎葉重 (kg/10a)	雌穂重 (kg/10a)	根重 (kg/10a)	総量 (kg/10a)			
1998年	D北	パイオニアP3470	5月20日	5月26日	8月4日	8月5日	9月25日	128	黄熟	882	699	273	1,582	1,108	89	34.8
	D南	スノーデント135	5月20日	5月26日	8月2日	8月7日	9月25日	128	黄熟	1,023	720	150	1,743	1,208	97	33.7
1999年	D北	パイオニアP3470	5月14日	5月22日	7月28日	7月31日	8月31日	109	黄熟期	656	562	164	1,218	860	41	25.2
	D南	スノーデント135	5月13日	5月21日	7月27日	8月3日	8月31日	110	黄熟期	1,028	553	107	1,581	1,068	42	24.6
2000年	D北	パイオニアP3470	5月9日	5月16日	7月22日	7月26日	8月2日	85	未熟期	1,021	47	328	1,068	634	8	16.1
	D南	スノーデント135	5月11日	5月17日	7月20日	7月27日	8月2日	83	未熟期	1,465	66	359	1,531	909	11	16.4
2001年	D北	パイオニアP3470	5月30日	6月5日	7月31日	8月3日	9月1日	94	黄熟期	835	430	207	1,265	960	59	24.0
	D南	スノーデント115	4月24日	5月4日	7月10日	7月11日	7月20日	87	未熟期	752	90	143	842	514	10	16.9
2002年		休作														
2003年		休作														
2004年	スノーデント127S		5月13日	5月19日	7月20日	7月24日	8月30日	109	黄熟期	764	722	131	1,486	1,058	53	26.8
	スノーデント127S		5月26日	6月1日	7月31日	8月2日	9月1日	98	黄熟期	857	594	142	1,451	1,004	44	23.3
2005年	スノーデント118		4月9日	4月23日	7月8日	7月9日	8月14日	127	黄熟期	721	711	83	1,431	1,024	52	25.8
2006年		休作														
2007年		休作														
2008年	スノーデント118		4月7日	4月22日	7月9日	7月10日	8月18日	133	黄熟期	1,577	740	124	2,317	1,547	58	34.9
2009年		休作														
2010年	スノーデントわかば		6月3日	6月11日	7月29日	8月2日	9月9日	98	黄熟期	853	781	183	1,635	1,161	57	32.4
	スノーデントわかば		5月26日	6月3日	7月29日	8月1日	9月5日	102	黄熟期	1,034	820	330	1,855	1,299	61	23.5
2011年		休作														

D圃場における収量調査結果(続き)

年	圃場	品種名	稈長 (cm)	雌穂高 (cm)	倒伏・折損 (%)	虫害折損 (%)	病害	病害	ごま葉枯病 (0-5)	黒穂病 (%)	紋枯病 (%)	施肥量 (kg/10a)	堆肥量 (t/10a)
	D南	スノーデント135	293	147	65	0	-	0	0	0	0	84	4
1999年	D北	パイオニアP3470	195	91	0	0	-	0	0	0	7	71	4.5
	D南	スノーデント135	235	136	0	0	-	0	0	0	0	71	4.5
2000年	D北	パイオニアP3470	223	115	0	0	-	0	0	0	0	74	0
	D南	スノーデント135	265	155	7	0	-	0	0	0	0	74	0
2001年	D北	パイオニアP3470	214	112	0	0	-	0	0	0	0	91	4
	D南	スノーデント115	243	115	0	0	-	0	0	0	0	95	4
2002年		休作											
2003年		休作											
2004年	スノーデント127S		266	108.3	10	0	-	0	0	0	0	80	4
2005年	スノーデント127S		276	128	0	0	-	0	0	0	0	81	1.4
2006年	スノーデント118		288	149	0	0	-	0	0	0	0	116	1.6
2007年		休作											
2008年	スノーデント118		308	158	22	0	-	0	0	0	0	88	1.6
2009年		休作											
2010年	スノーデントわかば		254	139	0	0	-	0	0	0	0	96	2.4
2011年	スノーデントわかば		260	133	0	0	-	0	0	0	0	99	2

表10 E圃場における収量調査結果

年	圃場	品種名	播種日	出芽期	雄穂抽出期	絹糸抽出期	収量調査日	播種後日数	熟期	乾物重			DCP収量 (kg/10a)	乾物率 (%)		
										茎葉重 (kg/10a)	雌穂重 (kg/10a)	根重 (kg/10a)				
1998年		休作														
1999年	E北	スノーデント135	5月13日	5月21日	7月28日	8月4日	8月31日	110	黄熟期	998	511	118	1,509	1,015	39	23.6
	E南	パイオニアP3470	5月14日	5月22日	7月27日	7月30日	8月31日	109	黄熟期	740	589	199	1,313	931	44	26.2
2000年	E北	スノーデント135	5月11日	5月17日	7月22日	7月29日	8月2日	83	未熟期	1,225	29	306	1,254	737	8	15.6
	E南	パイオニアP3470	5月10日	5月16日	7月21日	7月24日	8月2日	84	未熟期	919	109	277	1,028	627	12	16.4
2001年	E北	スノーデント115	4月24日	5月4日	7月10日	7月11日	7月20日	87	未熟期	815	104	176	919	563	11	16.2
	E南	パイオニアP3470	5月30日	6月5日	8月1日	8月5日	9月1日	94	糊熟期	903	415	244	1,317	1,009	63	22.8
2002年		パイオニアP3470	5月21日	5月27日	8月2日	8月6日	8月31日	102	糊熟期	846	431	299	1,277	970	60	21.9
2003年		スノーデント115	4月16日	4月25日	7月9日	7月10日	8月11日	117	糊熟期	804	596	153	1,400	974	44	23.1
2004年		休作														
2005年		スノーデント127S	6月7日	6月13日	8月7日	8月11日	9月11日	96	黄熟期	855	610	120	1,464	1,016	45	23.3
2006年		スノーデント127S	5月25日	6月1日	7月31日	8月3日	9月2日	100	黄熟期	827	585	118	1,412	979	44	18.9
2007年		スノーデントわかば	5月24日	5月31日	7月29日	8月1日	9月2日	101	黄熟期	896	654	148	1,550	1,077	49	24.0
2008年		休作														
2009年		スノーデント118	4月20日	5月1日	7月10日	7月13日	8月17日	119	黄熟期	880	920	107	1,800	1,294	67	26.6
2010年		スノーデント118	4月19日	5月3日	7月9日	7月9日	8月16日	119	黄熟期	920	1,058	132	1,978	1,435	76	30.8
2011年		スノーデントわかば	6月9日	6月15日	8月7日	8月10日	9月12日	95	黄熟期	869	710	133	1,579	1,109	52	28.7

E圃場における収量調査結果(続き)

年	圃場	品種名	稈長 (cm)	雌穂高 (cm)	倒伏・折損 (%)	虫害折損 (%)	病害被害	ごま葉枯病 (0-5)	黒穂病 (%)	紋枯病 (%)	施肥量 (kg/10a)	堆肥量 (t/10a)
1999年	E北	スノーデント135	228	129	0	0	-	0	7	0	71	4.5
	E南	パイオニアP3470	202	93	0	0	-	0	0	3	71	4.5
2000年	E北	スノーデント135	249	147	0	0	-	0	0	0	74	0
	E南	パイオニアP3470	211	112	0	0	-	0	0	0	74	0
2001年	E北	スノーデント115	240	117	0	0	-	0	0	0	95	4
	E南	パイオニアP3470	215	103	0	0	-	0	0	0	91	4
2002年		パイオニアP3470	208	102	0	0	-	0	0	0	80	0
2003年		スノーデント115	237	104	0	0	-	0	0	0	80	4
2004年		休作										
2005年		スノーデント127S	264	119	0	0	-	0	0	0	81	1.4
2006年		スノーデント127S	298	142	0	0	-	0	0	0	75	0.7
2007年		スノーデントわかば	259	134	0	0	-	0	0	0	86	1.6
2008年		休作										
2009年		スノーデント118	266	147	0	0	-	0	0	0	109	1.2
2010年		スノーデント118	297	170	0	0	-	0	0	0	82	1.4
2011年		スノーデントわかば	257	120	0	0	-	0	0	0	94	1.8



# 筑波大学農林技術センターを利用した研究成果

2012年

## I. 原著論文

1. Inami A, Michikawa M, Muranaka T, Seino T and Nakamura T 2012: A new flora list of the Yatsugatake-Kawakami Forest, Agricultural and Forestry Research Center, University of Tsukuba. 筑波大学農林技術センター演習林報告 28: 47-95
2. Ugwu CU and Aoyagi H 2012: Microalgal culture system: an insight into their designs operation and applications. *Biotechnology* 11: 127-132
3. El Mannai Y, Shehzad T and Okuno K 2012: Mapping of QTLs underlying flowering time in sorghum (*Sorghum bicolor* (L.) Moench). *Breeding Science* 62: 151-159
4. Gao Y, Shimizu K, Utsumi M, Xue Q, Feng C, Sakharkar KM and Sugiura N 2012: Degradation of microcystin by an electrochemical oxidative electrode cell, *Environmental Technology* (in press)
5. Gao Y, Shimizu K, Xue Q, Feng C and Utsumi M 2012: Inhibition of growth and microcystins production on *Microcystis aeruginosa* by electrolytic method, *Japanese Journal of Water Treatment Biology* 48: 125-132
6. Iwai H, Terao A and Satoh S 2012: Changes in distribution of cell wall polysaccharides in floral and fruit abscission zones during fruit development in tomato (*Solanum lycopersicum*). *Journal of Plant Research* (in press)
7. Kimura S, Fukuda J, Tajima A and Suzuki H 2012: On-Chip Diagnosis of Subclinical Cow Mastitis Based on Electrochemical Measurement of the Activity of Neutrophils in Milk Lab Chip 12:1309-1315
8. Kobayashi K, Arai M, Tanaka A, Matsuyama S, Honda H and Ohsawa R 2012: Variation in floral scent compounds recognized by honeybees in Brassicaceae crop species. *Breeding Science* 62: 293-302
9. Li C, Kobayashi K, Yoshida Y and Ohsawa R 2012: Genetic analyses of agronomic traits in tartary buckwheat(*Fagopyrum tataricum* (L.) Gaertn.). *Breeding Science* 62: 303-309
10. Shimizu K and Shimizu M 2012: Effects of different planting densities and saline environment on the seed yield and seed oil yield of *Salicornia europaea* cultivation. *Journal of Arid Land Studies* 22: 349-355
11. Xue Q, Shimizu K, Sakharkar KM, Utsumi M, Cao G, Li M, Zhang Z and Sugiura N 2012: Geosmin degradation by seasonal biofilm from a biological treatment facility, *Environmental Science and Pollution Research* 19: 700-707
12. Geya Y, Kimura T, Fujisaki H, Terada Y, Kose K, Haishi T, Gemma H and Sekozawa Y 2012: Longitudinal NMR parameter measurements of Japanese pear fruit during the growing process using a mobile magnetic resonance imaging system. *J Magn Reson* 226: 45-51
13. 加藤盛夫・菅原慶子・軽部 潔・林 久喜 2012：乾物生産からみた減農薬減化学肥料栽培水稻の成長と収量。農林技術センター研究報告 25：1-8
14. 玉木恵理香・杉山昌典・門脇正史 2012：ヤマネ*Glirulus japonicus*用新型巣箱の考案。哺乳類科学 52(1)：15-22
15. 佐々木啓介・本山三知代・成田卓美・大江美香・吉村望・田島淳史・野村将・千国幸一 2012：畜産草地研究所つくば地区における分析型官能評価パネルの確立。畜産草地研究所研究報告 12：9-17
16. 菅原優・清野達之 2012：カラマツ人工林と隣接する落葉広葉樹二次林の埋土種子集団の把握。筑波大学農林技術センター演習林報告 28：29-46
17. 藤岡正博 2012：井川演習林および井川地域の鳥類相。筑波大学農林技術センター演習林報告 28：1-27
18. 藤田智也・Ugwu Charles Uchenna・Ogbonna James Chukwuma・田中秀夫・青柳秀紀 2012：藻類を用いた有用物質の低負荷型生産。用水と廃水 54：304-312

## II. 資料・総説

1. Seino T, Hirata A, Bessho N, Hayashi Y, Koseki R, Endoh T, Takinami A, Ueji Y and Nakamura T 2012: A New Flora List of the Ikawa Forest, Agricultural and Forestry Research Center, University of Tsukuba: Ferns and fern allies. 筑波大学農林技術センター演習林報告. 28 : 97-100 (短報)
2. 井波明宏・門脇正史・清野達之・杉山昌典 2012: 筑波大学農林技術センター演習林気象報告 (2010年) 川上演習林. 筑波大学農林技術センター演習林報告 28 : 113-126
3. 宇都宮洋才・岩井宏暁 2012: 梅干し なぜくさりにくい?どんな効果がある?. Newton 7月号 : 124-125
4. 奥野員敏 2012: 植物育種学第4版 (分担執筆). 文永堂出版
5. 岩井宏暁・古川純・石井忠・佐藤忍 2012: 成長制御装置として働く細胞壁. 生物の科学 遺伝 1月号 : 53-58
6. 吉田勝弘・水田大輝 2012: G1温室 (観葉植物・鉢花) における病害虫の発生状況の把握と今後の防除について. 農林技術センター研究報告 25 : 31-40
7. 今泉文寿・上治雄介 2012: 筑波大学農林技術センター演習林気象報告 (2010年) 井川演習林. 筑波大学農林技術センター演習林報告 28 : 127-140
8. 佐藤美穂・遠藤好和 2012: 筑波大学農林技術センター演習林気象報告 (2010年) 筑波実験林. 筑波大学農林技術センター演習林報告 28 : 141-154

## III. 口頭発表

1. Alatengdalai, Alatengsuhe, Shuyuan Xue, Li C, Guo T and Ishikawa N 2012: Seasonal changes of dry matter intake and digestibility of grazing sheep in Inner Mongolia. JSGS Proceeding of the 4th Japan-China-Korea Grassland Conference. The 4th JCK Grassland Conference Organizing Committee, 216-217
2. Li C, Alatengsuhe, Shuyuan Xue, Feng Tian, Alatengdalai and Ishikawa N 2012: Effects of molasses urea supplementation on the weight gain, ruminal fermentation and major microbe population of sheep grazing in winter Inner Mongolia. JSGS Proceeding of the 4th Japan-China -Korea Grassland Conference. The 4th JCK Grassland Conference Organizing Committee. 42-43
3. Gao Y, Shimizu K, Utsumi M and Sugiura N 2012: Inhibition on *Microcystis aeruginosa* growth and microcystins production in oxygen production system using a new electrolysis cell. 第46回日本水環境学会年会
4. Hmon KPT, Shehzad T and Okuno K 2012: QTLs underlying inflorescence architecture in sorghum detected by association analysis, 育種学研究14(別1) :123.
5. Yasuda I, Yabuki T, Kato M, Enishi O, Tajima A and Ishikawa N 2012: Effects of the time of fertilizer application on the growth and chemical composition of ratoon in rice (*Oryza sativa* L.). JSGS Proceeding of the 4th Japan-China-Korea Grassland Conference. The 4th JCK Grassland Conference. 158-159
6. Kuramitsu K and Komizo K 2012: Host specificity of *Poropoea morimotoi* and its reasons for this specificity. Host specificity of *Poropoea morimotoi* and its reasons for this specificity
7. Kuramitsu K and Komizo K 2012: Hymenopteran egg parasitoid of leaf-roll beetles attack suspended and small leaf rolls. International Workshop on Science and Patents 2012. University of Tsukuba, Japan
8. Kuramitsu K and Komizo K 2012: The parasitic status and host specificity of *Poropoea morimotoi* (Hymenoptera, Trichogrammatidae) in two biotic communities of attelabid beetles in Japan. 2012 International Symposium on Agricultural Education for Sustainable Development. University of Tsukuba, Japan
9. Kimura Y, Hai J, Xia A, Enishi O, Goto M, Tajima A and Ishikawa N 2012: Factors affecting twining rate of Ujimqin sheep in Hargebi, Inner Mongolia. 4th Japan-China-Korea Grassland Conference in Aichi. Centrair Hall, Aichi, Japan
10. Mitsumoto K, Yabusaki K and Aoyagi H 2012: Development of automatic airborne pollen-sorting counter using pollen auto-fluorescence. 13th International Palynological Congress and 9th International Organization of Palaeobotany Conference. Tokyo

11. Suzuki M, Alaa Mohamed, Magdy Abou El-Fadel, Ahmed Hussien, Enishi O, Katagiri T, Maruyama S, Tajima A and Ishikawa N 2012: Influence of temperature and soil moisture condition on nutritive value in maize (*Zea mays* L.). JSGS Proceeding of the 4th Japan -China-Korea Grassland Conference. The 4th JCK Grassland Conference, 160-161
12. Nakajima Y, Naito M and Tajima A 2012: Production of Germ-line Chimeras by the Transfer of Gonadal Germ Cells (GGCs) Recovered from 7-day-old Chick Embryos by Using Newly Developed PBS[-] Method. World Poultry Congress 2012. Salvador, Brazil
13. Men NT, Kikuchi K, Fukuda A, Nakai M, Tanihara F, Linh NV, Nguyen BX, Nagai T and Tajima A 2012: Effect of trehalose on freeze - dried (FD) sperm DNA integrity and in vitro development of Intra Cytoplasmic Sperm Injected - oocytes using FD sperm. 日本繁殖生物学会講演要旨. 筑波大学
14. Nishii R, Imaizumi F, Murakami W, Daimaru H, Miyamae T and Ogawa Y 2012: LiDAR monitoring of retrogressive processes on the steep rockslope of a large landslide in the Japanese Alps. European Geosciences Union General Assembly
15. Ogai T, Hirao A and Tanaka K 2012: Genetic differentiation of 3 Leptocarabus beetles that inhabit different altitudinal zones in Japanese Alps. The 5th EAFES international congress
16. Shehzad T and Okuno K 2012: Genetic mapping of quantitative trait loci (QTLs) controlling allelpathic characteristics in sorghum. 育種学研究14(別1):115
17. Shehzad T, Shazia S, Fukuda T and Okuno K 2012: Association analysis of genomic regions controlling tolerance to abiotic stresses in a diverse sorghum germplasm. Genome Research Working Group, 10 Conference - Plant Stress and Genomics. 18-20. Halle, Germany.
18. Suzuki M, Mohamed A, Hussien A, Enishi O, Katagiri T, Maruyama S, Tajima A and Ishikawa N 2012: Influence of temperature and soil moisture condition on nutritive value in maize (*Zea mays* L.). 4th japan-China-Korea Grassland Conference in Aichi. Centrair Hall, Aichi, Japan
19. Dang-Nguyen TQ, Haraguchi S, Akagi S, Somfal T, Kaneda M, Watanabe S, Kikuchi K, Tajima A and Nagai T 2012: Restoration of telomere length in cloned porcine embryos during embryogenesis is not dependent on telomere length and type of donor cells. 日本繁殖生物学会講演要旨. 筑波大学
20. Uddin MN, Shehzad T and Okuno K 2012: Progeny test of flowering time QTLs in sorghum. University of Illinois, U.S.A.
21. Kyuno W, Wa G, Tuya WEW, Goto M, Tajima A and Ishikawa N 2012: Relationship between aboveground productivity and chemical components of soil in typical steppe of Inner Mongolia. 4th japan-China-Korea Grassland Conference in Aichi. Centrair Hall, Aichi, Japan
22. Kimura Y, Alatengdalai, Zhao Xia, Enishi O, Goto M, Tajima A and Ishikawa N 2012: Species and nutritional characteristics of wild plants in salt-accumulated grassland developed twinning system of local sheep in Hargebi, Inner Mongolia. JSGS Proceeding of the 4th Japan-China-Korea Grassland Conference. The 4th JCK Grassland Conference Organizing Committee, 44-45
23. Yasuda I, Yabuki T, Kato M, Enishi O, Tajima A and Ishikawa N 2012: Effects of Additional Fertilization on the gGrowth and Chemical Composition of Ratoon Tiller. 4th japan-China-Korea Grassland Conference in Aichi. Centrair Hall, Aichi, Japan
24. 遠藤好和・今泉文寿・藤岡正博 2012：静岡市井川地区での狩猟時におけるシカの運動能力. 第2回 中部森林学会大会
25. 下家祐人・堀賀雅史・寺田康彦・巨瀬勝美・拝師智之・弦間 洋・瀬古沢由彦 2012：MR microimaging を用いた果実の微細構造とNMRパラメタ分布の計測. 第16回NMRマイクロイメージング研究会 O9
26. 下家祐人・堀賀雅史・寺田康彦・巨瀬勝美・拝師智之・弦間 洋・瀬古沢由彦 2012：生体サンプルの成長に伴うNMRパラメタ分布計測とMicrostructureの可視化. 第40回日本磁気共鳴医学会大会 p3-238
27. 加藤盛夫・植田智美・永西 修・丸山幸夫 2012：草型の異なる飼料イネ品種の疎植栽培における乾物収量の評価とホールクロップサイレージ発酵品質への影響. 日本作物学会紀事 81(別1)：

28. 加藤朝陽・上條隆志・清野達之・川田清和 2012: カラマツ人工林における切り捨て間伐木ならびに根株の炭素蓄積様式. 2012年度年次研究報告会. 中部山岳地域環境変動研究機構
29. 吉村 望・萩 達朗・橋内克弘・成田卓美・田島淳史・野村 将 2012: 畜産草地研究所保有乳酸菌による発酵乳の機能性探索. 日本農芸化学会. ウエスティン都ホテル京都. 京都女子大学
30. 宮下彩・武部尚美・住吉美奈子・中村敦子・佐藤 忍・岩井宏暁 2012: イネの細胞壁グリシンリッチタンパク質変異体の細胞壁多糖分析. 日本植物学会第76回大会 (兵庫県立大学 姫路書写キャンパス) p227
31. 宮川景次・門脇正史 2012: ヤマネの巣箱観察におけるセンサーカメラの効率. 2012年度年次研究報告会. 中部山岳地域環境変動研究機構
32. 橋本奈々・岩科 司・大澤 良 2012: サクラソウ紫花品種に見られる開花期間における花色変化. 育種学研究 14(別2): 247
33. 橋本奈々・岩科 司・大澤 良 2012: サクラソウ色素成分の同定とそれに基づく花色多様性解析. 育種学研究 14(別1): 179
34. 橋本奈々・吉田康子・岩科 司・大澤 良 2012: 江戸時代に選ばれたサクラソウ花卉色素の多様性. 植物色素研究会第24回大会. 熊本大学
35. 玉木恵理香・門脇正史・落合菜知香・杉山昌典 2012: ヤマネ *Glirulus japonicus* による休眠場所の選択. 第59回全国大会. 日本生態学会
36. 志水勝好・大石小李・石塚幹子 2012: アルカリグラスの形態・生理に関する研究 第2報 塩水処理がアルカリグラスの種子発芽および生育に及ぼす影響. 日本熱帯農業学会. 熱帯農業研究 5(別1): 69-70
37. 住吉美奈子・稲村拓也・中村敦子・青原 勉・小西照子・石井 忠・佐藤 忍・岩井宏暁 2012: UDP-アラビノースムターゼ発現抑制イネの生殖組織における表現型解析. 日本植物学会第76回大会 (兵庫県立大学 姫路書写キャンパス) p195
38. 小粥隆弘・平尾 章・田中健太 2012: 中部山岳地域におけるクロナガオサムシ亜属の遺伝的分化 ―異なる標高帯に生息する2種間の比較―. 中部山岳地域環境変動研究機構2012年度年次研究報告会
39. 松岡瑞樹・福田直也 2012: 日本系とオランダ系のトマト品種における光合成能力と収量の関係. 大学農場研究 35: 17-20
40. 上治雄介・今泉文寿 2012: デジタルカメラ画像を用いた開葉期・落葉期の客観的識別手法の検討. 第123回日本森林学会大会
41. 森田あす美・志水勝好 2012: 土壌水分ストレスおよび塩水処理栽培がナンヨウアブラギリ (*Jatropha curcas* L.) の生育に及ぼす影響. 日本熱帯農業学会. 熱帯農業研究 5(別1): 3-5
42. 水田大輝 2012: 霧島山系の野生ツツジにおける花色の変異と色素合成関連遺伝子の発現解析. 筑波大学 テニューアトラック普及・定着事業 2012年度 若手フェスティバル: 8
43. 水野恵理子・大沼 学・中島友紀・村田浩一・植田美弥・須永絵美・白石利郎・田島淳史 2012: 競合法を用いたコウノトリおよびホオアカトキ生殖細胞のニワトリ生殖巣への移住・増殖能力の評価. 日本野生動物医学会. 北里大学
44. 水野恵理子・桑名 貴・大沼 学・内藤 充・中島友紀・田島淳史 2012: 競合法を用いた始原生殖細胞 (PGCs) 移住能力評価法の開発. 日本家禽学会大会講演要旨. 名古屋大学
45. 杉山昌典・門脇正史 2012: Web情報に基づくヤマネの目撃情報. 2012年度大会. 日本哺乳類学会
46. 成島リサ・奥野員敏 2012: ソルガムのコアコレクションにおける種子貯蔵タンパク質変異の探索. 第3回ソルガムワークショップ. 九州沖縄農業研究センター
47. 西井稜子・今泉文寿・村上 亘・大丸裕武・宮前 崇・小川泰浩 2012: 山岳地における大規模崩壊地の削剥速度. 日本地球惑星科学連合2012年度大会
48. 青木瑞代・橋本奈々・吉田康子・大澤 良・水田大輝 2012: サクラソウ花卉色素変異を引き起こす遺伝子の推定. 「植物色素研究会」第24回大会 (熊本市・2012) 講演およびポスター発

表要旨集：11（ポスター発表）.

49. 石田 茜・門脇正史・井波明宏 2012：ヤマネの日内休眠場所と周辺環境との関連. 2012年度年次研究報告会. 中部山岳地域環境変動研究機構
50. 川谷尚平・小林元・清野達之 2012：異なる光環境下におけるサワラ後継樹の樹冠形. 第59回全国大会. 日本生態学会
51. 大沼 学・水野恵理子・中島友紀・田島淳史 2012：絶滅危惧種の培養細胞および遺伝子資源凍結保存とそれらを活用した基礎研究について（動物園との連携事例紹介）日本野生動物医学会. 北里大学
52. 瀧沢彩水・兵頭洋美・和田加奈子・佐藤 忍・岩井宏暁 2012：トマト果実成熟過程における組織特異的なキシランの変化. 日本植物学会第76回大会（兵庫県立大学 姫路書写キャンパス）p196
53. 中島友紀・水野恵理子・浅野敦之・田島淳史 2012：ニワトリ胚発生に伴う生殖巣生殖細胞の増殖および移植操作による再移住・増殖能の解析. 日本繁殖生物学会講演要旨. 筑波大学
54. 中島友紀・水野恵理子・内藤 充・岡田一男・秋葉よしえ・田島淳史 2012：PBS[-]法を用いたニワトリ5および9日胚からの生殖巣生殖細胞(GGCs)の分離. 日本家禽学会大会講演要旨. 名古屋大学
55. 長谷川和也・市川 愛・中村敦子・石井 忠・佐藤 忍・岩井宏暁 2012：ペクチンのメチル化調節関連遺伝子を制御したイネの表現型解析. 日本植物学会第76回大会（兵庫県立大学 姫路書写キャンパス） p228
56. 田島淳史(学会賞受賞講演) 2012：鳥類における遺伝資源の保存に関する研究. 日本家禽学会大会講演要旨. 名古屋大学
57. 田島淳史(招待講演) 2012：日本における畜産学教育カリキュラムの現状. 畜産学教育協議会. 名古屋大学
58. 田島淳史(特別講演) 2012：鳥類における遺伝資源保存の現状と課題. 生殖工学研究会. 北里大学
59. 田島淳史 2012：鳥類における遺伝資源保存の現状について. 国立環境研究所 野生動物ゲノム連携研究グループ キックオフシンポジウム. 国立環境研究所
60. 田島淳史 2012：農林技術センターにおけるフィールド教育の魅力と重要性「生命環境科学におけるフィールド教育の魅力とその安全」. 筑波大学
61. 藤岡正博 2012：人工林における鳥類多様性は天然林より低いか?. 2012年度年次研究報告会. 中部山岳地域環境変動研究機構
62. 樋口桃子・坂上潤一・近藤始彦・丸山幸夫 2012：ネリカの生育収量と水利用効率に及ぼす土壌水分の影響. 日本作物学会関東支部会報 27：34-35.
63. 風戸恵津子・東照雄・茂木もも子・田村憲司・原田徹・上條隆志 2012：カラマツ人工林の間伐による土壌呼吸及び炭素収支の短期的変化. 2012年度年次研究報告会. 中部山岳地域環境変動研究機構
64. 風戸恵津子・東 照雄・茂木もも子・田村憲司・原田 徹・上條隆志 2012：カラマツ人工林の間伐による土壌呼吸及び炭素収支の短期的変化. 日本土壌肥料学会日本土壌肥料学会講演要旨集 58：174
65. 服部徹也・安江健・石川尚人・田島淳史 2012：搾乳前後の乳牛における左右選択行動に関する研究. 家畜管理学会. 名古屋大学
66. 福田直子・久松完・大澤 良 2012：節数を指標とするトルコギキョウの日長および温度に対する花成反応. 園芸学研究 11(別1)：171
67. 福田武広・奥野員敏 2012：アソシエーション解析によるソルガムの耐塩性QTLのマッピング. 第3回ソルガムワークショップ. 九州沖縄農業研究センター
68. 木村武史・下家祐人・藤崎浩孝・寺田康彦・巨瀬勝美・拝師智之・弦間 洋・瀬古澤由彦 2012：太陽電池駆動MRIの開発. 第40回日本磁気共鳴医学会大会 P-2-107
69. 木村弥瑛・阿拉騰達来・永西 修・後藤正和・田島淳史・石川尚人 2012：中国内蒙古自治区在来

品種烏珠穆沁(ウジムチン)ヒツジにおけるフラッシング効果の検証. 日本繁殖生物学会講演要旨. 筑波大学

70. 木村翔平・福田淳二・田島淳史・鈴木博章 2012: 好中球活性評価に基づく潜在性乳房炎診断デバイス. つくば医工連携フォーラム2012 ～医工連携研究から社会還元・産業化へ 物質・材料研究機構. ベストポスター賞受賞
71. 門脇正史・玉木恵理香・落合菜知香 2012: 中部山岳地域における小型哺乳類ヤマネの生態. 中部山岳地域の自然環境変動. 中部山岳地域の自然環境変動. 日本地球惑星科学連合
72. 和田加奈子・兵頭洋美・古川純・佐藤忍・岩井宏暁 2012: トマト果実成熟過程におけるアスコルビン酸可溶性細胞壁多糖の組織別解析. 日本植物学会第76回大会 (兵庫県立大学 姫路書写キャンパス) p196
73. 脇山義史・小野裕・山田俊郎・上野健一・山中 勤 2012: 中部山岳地域内の森林小流域における冬季降水の流出プロセス. 2012年度年次研究報告会. 中部山岳地域環境変動研究機構
74. 崔 海龍・高 宇・清水和哉・内海真生・杉浦則夫 2012: 電解酸素曝気が藻類の増殖に及ぼす影響評価. 第46回日本水環境学会年会. クリタ賞受賞 (日本水環境学会における博士課程前期の大学院生を対象とした優秀な研究成果に対する賞)
75. 藏満司夢 2012: オトシブミ類の卵寄生蜂 *Poropoea morimotoi* の宿主特異性とその理由に関する考察. 第2回リサーチフェスタ (つくば国際会議場)

#### IV. 博士論文

生命環境科学研究科

El Mannai Y : Molecular Mapping and Analysis of Flowering Time in Sorghum

Gao Yu : Study on decomposition of toxic substance, microcystin from *Microcystis aeruginosa* under electrochemical condition

Khaing Pann Witt Hmon : QTL mapping and association mapping of inflorescence architecture in sorghum

Muhamad Kadapi : QTL mapping of important traits based on association analysis using Indonesian rice core collection

Najla Turki : Genetic diversity and QTL mapping of salt tolerance in durum wheat

Sbei Hanen : Genetic analysis of salt tolerance ion barley

石井貴茂 : 乳用育成牛における初産分娩月の早期化に関する栄養学的研究

石田藍子 : 飼料中リジン含量の充足により誘発される代償性成長に関する研究

#### V. 修士論文

生命環境科学研究科

Nguyen Thi Men : Effect of Trehalose on DNA Integrity of Freeze-Dried (FD) Boar Sperm and in vitro Development after Intra Cytoplasmic Sperm Injection (ICSI)

Uddin MN : Validation of QTLs for Flowering Time in Sorghum

稲村拓也 : Analysis of the Function of UDP-Arabinose Mutase Gene in the Development of Tobacco and Rice

下河邊裕二 : 水稻の登熟期の高温が米の食味関連形質に及ぼす影響

吉田裕太郎 : 近縁野生種を利用したアズキの耐塩性関連QTLの解析

金塚千晶 : 水田浸透量の時間的・空間的変動

四谷紗和子 : イネの生殖過程におけるOsGUT-L1遺伝子の機能に関する研究

市川 愛 : イネの生殖組織発生過程におけるペクチンメチル化レベルが果たす役割に関する研究

柴山美智子 : ケナフ (*Hibiscus cannabinus* L.) の飼料的利用に関する研究

小粥隆弘 : 中部山岳地域におけるクロナガオサムシ属の遺伝的分化 ―異なる標高帯に生息する3種類の比較―

森田あす美 : ナンヨウアブラギリ (*Jatropha curcas* L.) の生育に関する生理的および形態的研究

村松義昭 : カラマツ人工林における切り捨て間伐材の細片化と分解速度

長嶋健太：ソルガムにおけるホウ素過剰耐性の遺伝解析  
武部尚美：Studies on the Functions of Cell Wall Glycine-rich Protein in the Development of Rice  
福田武広：アソシエーション解析によるソルガム耐塩性関連QTLの同定  
有房詩織：食用イネ収穫後に生育する再生イネの飼料利用に関する研究  
我那覇あんり：Brassica rapa における花蜜量の変異が花粉媒介昆虫の訪花行動に及ぼす影響

#### 数理物質科学研究科

木村武史：再生可能エネルギーを利用した樹木計測用MRIの開発

### VI. 卒業研究

#### 生物資源学類

黒瀬咲弥：登熟期31℃におけるイネの高温登熟耐性QTLqWB6効果の検証  
山本洋輔：高温登熟下における水稻品種‘にこまる’と‘ヒノヒカリ’の収量および米品質低下の差異  
篠遠善哉：日本稲およびインド稲の蒸散効率の差異を生ずる要因の解析  
柴田愛理：ソルガムの発芽及び生育初期における耐塩性の品種変異  
沼野恭大：妊娠している未経産乳牛における体温の日内変動  
植田智美：草型の異なる飼料イネ品種の疎植栽培における乾物収量の評価とホールクロップサイレージ発酵品質への影響  
青木瑞代：サクラソウ花冠における色素合成関連遺伝子の単離と発現解析  
大島一基：越南221号/チヨニシキのF2集団における登熟期高温耐性の分離とQTL候補領域の検証  
中山 輝：染色体断片置換システムを用いた稲いもち病圃場抵抗性に関するQTLの検出  
那須研太：カラマツ人工林において施業体制の違いが樹木成長に与える効果の検討  
矢吹朋子：施肥および施肥時期が再生イネの収量および飼料成分に及ぼす影響  
落合菜知香：糞分析におけるヤマネ*Glirulus japonicus*の食性  
清水美果：ソバの開花日の変異に関する遺伝特性の把握  
菅野皓斗：アサインメントテストを用いたソバの品種判別

#### 生物学類

宮下 彩：単子葉植物イネにおけるプロリンリッチタンパク質変異体の表現型解析  
瀧沢彩水：トマト果実成熟過程における組織別の細胞壁マトリックス多糖類の変化  
長谷川和也：単子葉植物イネにおけるペクチンのメチル化度調節関連遺伝子の解析

# 筑波大学農林技術研究 投稿規定

## Tsukuba Journal of Agriculture and Forestry

- 「筑波大学農林技術研究」は、農林技術センターを利用した、もしくは農林技術センターの活動に資するところが顕著と考えられる農林学等に関する総説、原著論文、技術報告および資料を掲載する。
  - 総説は、研究および技術の概況・沿革・展望などをとりまとめたものとする。
  - 原著論文は、農林学等に関連深い基礎的あるいは応用的研究であり、独創性のある学術上の新知見を含み、論文として完結した体裁を整えているものとする。
  - 技術報告は、実用性の高い技術に関するものとする。
  - 資料は、農林学に関する新たな情報や資料とする。
- 筆頭著者は、筑波大学の教員、職員および学生とする。  
但し、編集委員会が認めたときはこの限りでない。  
また、学生が単独で投稿する場合には、投稿時に指導教員の確認書を添付する。
- 投稿原稿は、和文または英文とし、未発表のものに限る。  
英文原稿全文および和文原稿のAbstractは、著者の負担により英文校閲を受けたものとする。
- 「筑波大学農林技術研究」は、電子媒体で出版し、農林技術センターのHPおよびつくばリポジトリ (Tulips-R) で公表する。
- 提出原稿の本文は、原稿作成要領に基づきコンピューターソフト (Microsoft Wordが望ましい) で作成する。
- 原著論文および技術報告は、図表を含め原則として刷り上がり10ページ以内とし、総説および資料は、図表を含め原則として刷り上がり15ページ以内とする。
- 投稿原稿の審査と採否  
投稿原稿の審査は編集委員会が委嘱した学内外の審査員が行い、審査結果に基づいて編集委員会が採否を決定する。
- 原稿は、電子ファイルで投稿する。
- 著者負担費用は以下の通りとする。
  - 原稿の投稿料は無料とする。
  - 超過ページ料として、原著論文および技術報告については刷り上がり10ページを越えた分について、総説および資料については刷り上がり15ページを越えた分について、1ページにつき5,000円の割合で負担する。
  - カラー図・表など、別途費用がかかる場合は実費負担とする。
  - 別刷は有料とする。
- 原稿および編集に関する問い合わせは、農林技術センター教育研究企画班が担当する。
- 「筑波大学農林技術研究」に掲載された原稿の著作権は、筑波大学農林技術センターに帰属する。
- この投稿規程の改訂は、筑波大学農林技術研究編集委員会の議を経て行う。
- 最終原稿の締切日は編集委員会の指定した日とする。
- 著者校正は初稿のみとし、原則として原稿内容の変更は認めない。
- 原稿の提出先、その他編集についての問い合わせ先は下記のとおりとする。  
農林技術センター教育研究企画班

E-mail : [kk@nourin.tsukuba.ac.jp](mailto:kk@nourin.tsukuba.ac.jp)

Tel : 029-853-2596, Fax : 029-853-6205

平成24年7月19日制定

平成24年10月5日一部改訂

# 筑波大学農林技術研究 原稿作成要領

## Tsukuba Journal of Agriculture and Forestry

### 1. 文書作成ソフトウェア入力

- (1) A4版用紙に上下左右各35mmの余白をとり、原則としてMSワードで原稿を作成する。
- (2) 和文原稿の場合は1ページ21行、1行22文字(全角)で作成する。フォントの種類はMS明朝、フォントサイズは10.5ポイントとする。
- (3) 英文原稿の場合は1ページ21行で作成する。フォントの種類はTimes New Roman、フォントサイズは10.5ポイントとする。
- (4) 和文原稿は原則として全角の書体を用いる句読点は全角の“、。；：”などを使用する。句頭に“.”を使用しない。カタカナ、“・?~%”も全角とする。但し、アルファベット、数字、/は半角とする。
- (5) 英文原稿は原則として半角の書体を用いる。
- (6) 和文原稿にあっても“( ) [ ]”は半角を使用する。
- (7) 原稿には各ページ下中央部にページ番号を付すとともに、ページごとに行番号をつける。

### 2. 原稿の記載順序

#### (1) 和文原稿の場合

##### a. 研究論文、技術報告および資料

表題、著者名、所属、郵便番号、住所、要旨、キーワード、緒言、材料および方法、結果、考察、謝辞、引用文献、英文表題、著者名(ローマ字)、Institution、Address、Zip code、Country、Abstract、Key words、表、図

##### b. 総説

表題、著者名、所属、郵便番号、住所、要旨、キーワード、本文、引用文献、表、図

#### (2) 英文原稿の場合

##### a. 研究論文、技術報告および資料 (Original article、Technical report、Reference)

Title、Names of author(s)、Institution、Address、Zip code、Country、Abstract、Key words、Introduction、Materials and Methods、Results、Discussion、Acknowledgements、References  
和文表題、著者名、所属、郵便番号、住所、要旨、キーワード、  
Tables Figures

##### b. 総説 (Review article)

Title、Names of authors、Institution、Address、Zip code、Country、Abstract、Key words、  
Body of the article、References、Tables、Figures

### 3. 表題、著者名、所属

- (1) 表題として連報は認めない。
- (2) Titleは前置詞、冠詞、接続詞以外は大文字で始める。
- (3) 著者名のCorresponding authorには右肩に\*を付す。なお、単著者の場合も\*を付す。
- (4) Names of author(s)の記載はFirst nameは先頭の文字のみを大文字とし、Family nameは全文字を大文字とする。
- (5) 所属機関名は略記しない。著者の所属機関が複数の場合は全著者の右肩に<sup>1</sup>、<sup>2</sup>を付け、所属を記入する。日本以外の機関に所属する著者は国名も記入する。
- (6) 著者名の記載されているページの脚注にCorresponding authorの所属、住所、電子メールアドレスを記入する。

### 4. 要旨、キーワード

- (1) 要旨は改行しない。また、図表や文献を引用しない。和文の場合は400字以内、英文の場合は250語以内とする。
- (2) キーワードは6語以内とし、和文では五十音順、英文ではアルファベット順とする。

(3) Key words に記載する単語はいずれも大文字で始める。

## 5. 用語

- (1) 学術用語以外は原則として常用漢字を使用し、平易、簡潔な文章とする。暦年は西暦で記載する。
- (2) 図、表に統一し、第\*図、第\*表としない。写真は図とする。
- (3) 物質名は原則として塩酸、エタノールのように名称を記入し、化学式で記載しない。
- (4) 略字、略号を用いるときは、最初にそれが出てくる場所で、例えば“個体群成長速度(CGR)”のように正式名称とともに記入する。
- (5) 数字は原則としてアラビア数字を用いる、但し、一部分、二三の例のような熟語には漢字を使用する。また、“1,000”のように位取りの“,”は使用しない。
- (6) 表示単位は原則としてSI単位を使用する。
- (7) 本文中の項目細別記号は、1、2、3、…;(1)、(2)、(3)、…;a、b、c、…;(a)、(b)、(c)、…の順に使用する。
- (8) 学名のうち、属名および種名はイタリック体とし、命名者名やvar.などの語はローマン体とする。

## 6. 引用文献

- (1) 記載順序は筆頭著者の姓のアルファベット順とする。同一筆頭著者のものは年次順とする。同一筆頭著者で同一年次のもは年次の後にa、bなどを付す。
- (2) 引用文献リストの頭に番号はつけない。
- (3) 和文文献では姓と名の間を空けない。英語文献では姓以外はイニシャルとする。同一著者、同一表題が続くときでも略さない。
- (4) 雑誌名は略さず記入する。
- (5) 本文中の文献引用形式は、例えば著者が2名までは、筑波・茨城(1995)、Tsukuba and Ibaraki (1995)、3名以上は(筑波ら 1998)、Ibarakiら(2000a)のように記載する。

### 引用文献記載例

#### (雑誌)

藤川智紀、高松利恵子、中村真人、宮崎 毅 (2007) 農地から大気への二酸化炭素ガス発生量の変動性とその評価. 日本土壤肥料学雑誌 78:487-495.

Takahashi W, Vu NC, Kawaguchi S, Minamiyama M and Ninomiya S (2000) Statistical models for prediction of dry weight and nitrogen accumulation based on visible and near-infrared hyper-spectral reflectance of rice canopies. *Plant Production Science* 3:377-386.

#### (書籍)

天野洋司 (1994) 日本の土壌. 松坂泰明、栗原淳 (監修)、土壌・植物栄養・環境事典. 博友社、東京. pp 52-57.

Simmonds NW and Smart J. (1999) *Principles of crop improvement*. Second edition. Blackwell Science, Oxford. pp27-35.

#### (オンライン)

南泰明(2006) シクラメン開花に及ぼす植物ホルモンの効果. 開花調節, DOI 10.1012/s011200550058. (参照 2012年 7月27日)

Vain P (2007) Thirty years of plant transformation technology development. *Plant Biotechnology Journal*, DOI: 10.1111/j.1467-7652.2006.00225. (Accessed July 3, 2012)

## 7. 図表

- (1) 図表は別紙とし、A4版用紙1枚に一つの図もしくは表を、用紙の中央に配置する。
- (2) 図表は原則として統計処理に関する記述を含むこととする。
- (3) 和文の場合、図表の表題、図の軸の説明は和文とする。
- (4) 図の縦軸の見だしは軸に沿って下から上に横書きとする。

- (5) 図の表題は図の下、中央部に記し、その下に注を記載する。
- (6) 表の表題は表の上、中央部に記し、注は表の下に記載する。
- (7) 図の原図は軸の見出し、凡例を含めて直ちに製版できるように作成する。なお、図を囲む枠は使用しない。
- (8) 表は横線のみを使用し、縦線は使用しない。
- (9) 図表は本文中に入れない。本文における挿入位置は原稿右欄外に指定する。

#### 8. 脚注

- (1) 著者名と図表の注に使用する記号は半角の上つき文字、“\*、\*\*、<sup>1</sup>、<sup>2</sup>”とし、“<sup>x</sup>、<sup>y</sup>、<sup>z</sup>”は使用しない。
- (2) 統計的有意差を示す記号は原則として“a、b、c、…”を使用し、脚注には用いた検定方法および棄却水準を明記する。

#### 9. 提出用電子ファイル

- (1) 論文が受理された場合、完成原稿1部を「筑波大学農林技術研究」編集委員会に提出する。あわせて、原稿および図表のファイルを電子メールに添付して編集委員会に提出する。なお、これらのファイル容量が5MBを越える場合は筆頭著者名、保存ファイル名を明記した電子媒体に保存したものを提出する。

平成24年7月19日制定  
平成24年10月5日一部改訂

平成25年 3 月29日 印刷

平成25年 3 月29日 発行

発 行 筑波大学農林技術センター  
茨城県つくば市天王台1-1-1

印 刷 所 アシストプロ株式会社