

特集タイトル

「東京電力福島第一原子力発電所事故後の筑波大学農林技術センターにおける空間線量率と放射性物質のモニタリング」

「Survey on the Air Dose Rate of Radiation and Radioactive Substances at Agricultural and Forestry Research Center, University of Tsukuba, after the Catastrophic Accident of Fukushima Daiichi Nuclear Power Plant」

特集論文

農林技術センター内の空間線量率の推移について

福田直也・瀬古澤由彦・水田大輝・弦間 洋・田島淳史・瀧川具弘…… 1
林 久喜・野口良造・清野達之・加藤盛夫・石川尚人・浅野敦之
秋葉よしえ・伊藤 睦・伊藤百世・大宮秀昭・岡田一男・片桐孝志
軽部 潔・酒井一雄・齋藤 明・佐藤美穂・菅原慶子・比企 弘
松岡瑞樹・山本倫成・横山和人・吉田勝弘・本間 毅・松本安弘
米川和範・川崎敏安・矢口由典・関口正実・森 妙子・藤谷りつ子
塚原真知子

農林技術センター水田土壌および水稲における放射性物質のモニタリング

加藤盛夫・林 久喜・菅原慶子・軽部 潔・米川和範・松本安広…… 11

農林技術センター園芸圃場および園芸作物における放射性物質のモニタリング

水田大輝・米川和範・松本安広・末木啓介・坂本健一・小野木亮…… 17
松本 宏・比企 弘・大宮秀昭・酒井一雄・松岡瑞樹・伊藤 睦
瀬古澤由彦・福田直也

農林技術センター畜産部門における放射性物質のモニタリング

山本倫成・片桐孝志・秋葉よしえ・岡田一男・米川和範…… 25
松本安広・田島淳史・石川尚人・浅野敦之

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(2013年) —
井波明宏・門脇正史 …………… 31

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(2013年) —
上治雄介 …………… 39

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(2013年) —
佐藤美穂 …………… 47

筑波大学農林技術センターを利用した研究成果 …………… 55

筑波大学農林技術研究 投稿規定 …………… 62

筑波大学農林技術研究 原稿作成要領 …………… 63

筑波大学農林技術研究

第3号

2015

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3号

平成27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	田 島 淳 史	農林技術センター
幹 事	瀬古澤 由 彦	農林技術センター
〃	清 野 達 之	農林技術センター
	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
	加 藤 盛 夫	農林技術センター
	藤 岡 正 博	農林技術センター
	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
	上 條 さち子	農林技術センター

全文ウェブ公開

筑波大学農林技術センター

<http://www.nourin.tsukuba.ac.jp/tjaf/>

筑波大学附属図書館つくばリポジトリ

<https://www.tulips.tsukuba.ac.jp/lib/>

特集タイトル

「東京電力福島第一原子力発電所事故後の筑波大学農林技術センターにおける空間線量率と放射性物質のモニタリング」

「Survey on the Air Dose Rate of Radiation and Radioactive Substances at Agricultural and Forestry Research Center, University of Tsukuba, after the Catastrophic Accident of Fukushima Daiichi Nuclear Power Plant」

特集論文

農林技術センター内の空間線量率の推移について

福田直也・瀬古澤由彦・水田大輝・弦間 洋・田島淳史・瀧川具弘…… 1
林 久喜・野口良造・清野達之・加藤盛夫・石川尚人・浅野敦之
秋葉よしえ・伊藤 睦・伊藤百世・大宮秀昭・岡田一男・片桐孝志
軽部 潔・酒井一雄・齋藤 明・佐藤美穂・菅原慶子・比企 弘
松岡瑞樹・山本倫成・横山和人・吉田勝弘・本間 毅・松本安広
米川和範・川崎敏安・矢口由典・関口正実・森 妙子・藤谷りつ子
塚原真知子

農林技術センター水田土壌および水稲における放射性物質のモニタリング

加藤盛夫・林 久喜・菅原慶子・軽部 潔・米川和範・松本安広…… 11

農林技術センター園芸圃場および園芸作物における放射性物質のモニタリング

水田大輝・米川和範・松本安広・末木啓介・坂本健一・小野木亮…… 17
松本 宏・比企 弘・大宮秀昭・酒井一雄・松岡瑞樹・伊藤 睦
瀬古澤由彦・福田直也

農林技術センター畜産部門における放射性物質のモニタリング

山本倫成・片桐孝志・秋葉よしえ・岡田一男・米川和範…… 25
松本安広・田島淳史・石川尚人・浅野敦之

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(2013年) —
井波明宏・門脇正史 …………… 31

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(2013年) —
上治雄介 …………… 39

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(2013年) —
佐藤美穂 …………… 47

筑波大学農林技術センターを利用した研究成果 …………… 55

筑波大学農林技術研究 投稿規定 …………… 62

筑波大学農林技術研究 原稿作成要領 …………… 63

特集論文

農林技術センター内の空間線量率の推移について

福田直也^{1,2*}・瀬古澤由彦^{1,2}・水田大輝^{1,2}・弦間 洋^{1,2}・田島淳史^{1,2}・瀧川具弘^{1,2}
林 久喜^{1,2}・野口良造^{1,2}・清野達之^{1,2}・加藤盛夫^{1,2}・石川尚人^{1,2}・浅野敦之^{1,2}
秋葉よしえ¹・伊藤 睦¹・伊藤百世¹・大宮秀昭¹・岡田一男¹・片桐孝志¹・軽部 潔¹
酒井一雄¹・齋藤 明¹・佐藤美穂¹・菅原慶子¹・比企 弘¹・松岡瑞樹¹・山本倫成¹
横山和人¹・吉田勝弘¹・本間 毅¹・松本安弘¹・米川和範¹・川崎敏安¹・矢口由典¹
関口正実¹・森 妙子¹・藤谷りつ子¹・塚原真知子¹

¹ 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
² 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

福島第一原子力発電所事故の影響について、本研究では筑波大学農林技術センター内における空間放射線の推移を調査した。筑波大学農林技術センター内に一辺50m、合計163ヶ所の正方形の測定メッシュを設定し、その中央を基準測定点として空間線量率を計測した。2011年8月の第一回計測時における全メッシュ中央地点の平均空間線量率は0.1 μ Sv/hであり、全体として1.0 μ Sv/h以下の低線量箇所が全メッシュ中約半分となった。しかし、スポット的に高い線量の測定点があり、倒木等の集積地に近いメッシュでは0.590 μ Sv/hとなった。加えて、同じメッシュ内の雨樋下のような特定箇所が高い線量が記録される事例が散見された。その一方で、耕起を行った圃場で周辺よりも空間線量率が低くなる傾向があることが示された。その後、計測毎に空間線量率は低下し、2014年に実施した第六回計測時には、原発事故以前のバックグラウンド値に近いレベルに低減したことが判明し、同一循環系内において放射性物質が徐々に拡散した結果、空間線量率が低下していったと推察された。

キーワード：空間線量率、耕起、土地利用形態、農地、放射性セシウム

緒 言

2011年3月11日に発生した東日本大震災に伴う東京電力福島第一原子力発電所の事故により、我が国は未曾有の危機に直面した。同発電所からの放射性物質の飛散は広範囲に及び、同発電所がある福島県内だけではなく、日本全域に拡散した。福島第一原子力発電所から約180km離れた筑波大学を含む茨城県南部の一部の地域でも、同事故後に比較的高い空間線量率が観測

されており、様々な核種の放射性物質が降下した可能性がある(Tagamiら2011)。このような放射性物質拡散の影響について文部科学省では、2012年11月に実施した航空機を使った各地域の第6次空間放射線モニタリング結果を公表している(文部科学省2013)。この報告では、2012年11月に実施された第4次モニタリング結果と比較を行ったところ、一年間に40%程度空間線量率が減衰し、放射性物質の半減期から想定される減衰量よりも高いことが判明した。この空間

*連絡者：福田直也 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：fukuda.naoya.ka@u.tsukuba.ac.jp

線量減衰については、降雨などの影響が考えられるとしており、今後も段階的な空間線量率の減衰が予想される。

文部科学省が実施したモニタリングでは航空機を使用し、福島第一原子力発電所から80km圏内では1.85km間隔で、またそれ以外では3km間隔で飛行しながら計測した結果を示しているが、地上の詳細な状況を示すことは、このような調査では難しい。これまでの報道にもあるように、低線量地域と言われた場合でも、ホットスポットと呼ばれる高線量の場所があるなど、同じ地域内であっても空間放射線のレベルは一様ではない。

ホットスポットについては、例えば東京都の町田市での調査結果(2014)では、小学校校庭の雨樋下や清掃後に出た土壌を集積した場所で、環境省が除染基準として定めた1時間当たり0.23 μ Svの環境基準を超える空間線量率を示したことが報告されている。住宅地や公園などの側溝といった水が集まりやすい場所などでもホットスポットが確認されており、公的な除染の対象とされている。農地に関連しても同様に、未耕起の水田や露地圃場表面において多くの放射性セシウムが検出されており、関東近県においても一部水田などから土壌中セシウム濃度が500Bq/kgを超えるような場所が見つかった(農林水産省プレスリリース2012)。しかし、露地圃場のように定期的に耕起されている場所では放射性物質の動態は複雑であり、空間放射線の減衰についても住宅地などとは異なっている可能性がある。

筑波大学農林技術センターでは、「広域被災地の農業復興に向けた放射性物質の移行モニタリングと芝生等被覆作物による土壌中の放射性物質の物理的・生物学的除染と減量化」プロジェクトを実施し、同センター内の空間線量率モニタリングや、土壌や作物などの放射性物質濃度に関する定期的な調査を行ってきた。本プロジェクトでは、農地の空間線量率の経時変化を定量化すると共に、多様な農作物の放射性物質移行係数を明らかにすることを通して、食の安全を担保すると共に、農業復興を支援している。なお本プロジェクトでは、農林技術センター内部における空間線量率の詳細モニタリングを、震災が発生した2011年8月より定期的におこなっており、その後の経緯について把握している。当センターは、水田や食用作物圃をはじめさまざまな農地ならびに建物敷地を有しており、複

合生態系における空間線量率の推移を、局所的かつ経時的に解析できる場である。

本研究では、農林技術センター内の農林業物質循環系を農村生態系のモデルとし、本循環系における空間線量率の推移について調査を実施した結果を基に、福島第一原子力発電所事故からの空間線量率の変動に関して考察する。

方法および材料

当センターにおける空間線量率モニタリングを、第一回計測は2011年8月、第二回計測は2012年4月～5月、第三回計測は2013年1月、第四回計測を2013年7～8月、第五回計測を2014年1月～2月、更に第6回計測を2014年8月～9月に実施した。

空間線量率測定位置について、民間の地図情報サービス(Googleマップ:<https://www.google.co.jp/maps/@36.1193376,140.0956203,1246m/data=!3m1!1e3>)の地図情報を基として、筑波大学農林技術センター筑波地区ならびに実験林地区の敷地を、一辺50mの正方形でカバーするマップを作成した(図1)。このマップでは、合計163ヶ所の正方形の測定メッシュを設定することが可能となり、このメッシュ中央付近を基準測定点とすることとした。空間線量率の計測は、農林技術センター筑波地区全教職員で分担して計測した。測定点については、前述のマップを参照し、更に周囲の建物や地形を目視確認しながら、メッシュ中央付近を確認して計測を行った。

空間線量率の測定には、環境放射線モニタ(PA-1000 Radi、HORIBA)を使用した。測定器の汚れによるコンタミネーションを防ぐために、透明ビニル袋によって計測器を包んだ上で、各測定点において空間線量率の測定を行った。測定点では、計測開始前に地表上5cm程度の高さに環境放射線モニタを2分間保持して測定値の安定化を行った。保持終了後、その状態を維持しながら10秒毎に空間線量率を5回読み取り記録した。さらに、周囲の建物や植生などを観察し、側溝、灌木、腐葉土置き場、樹林、池等の箇所があれば、上記の方法に従いその箇所についても計測した。なお測定には、可能な限り降雨直後などの時間帯を避け、安定的な気象条件時に測定することに務めた。各測定終了後に、各測定結果の平均値を基にして空間線量率マップとして取りまとめを行った。

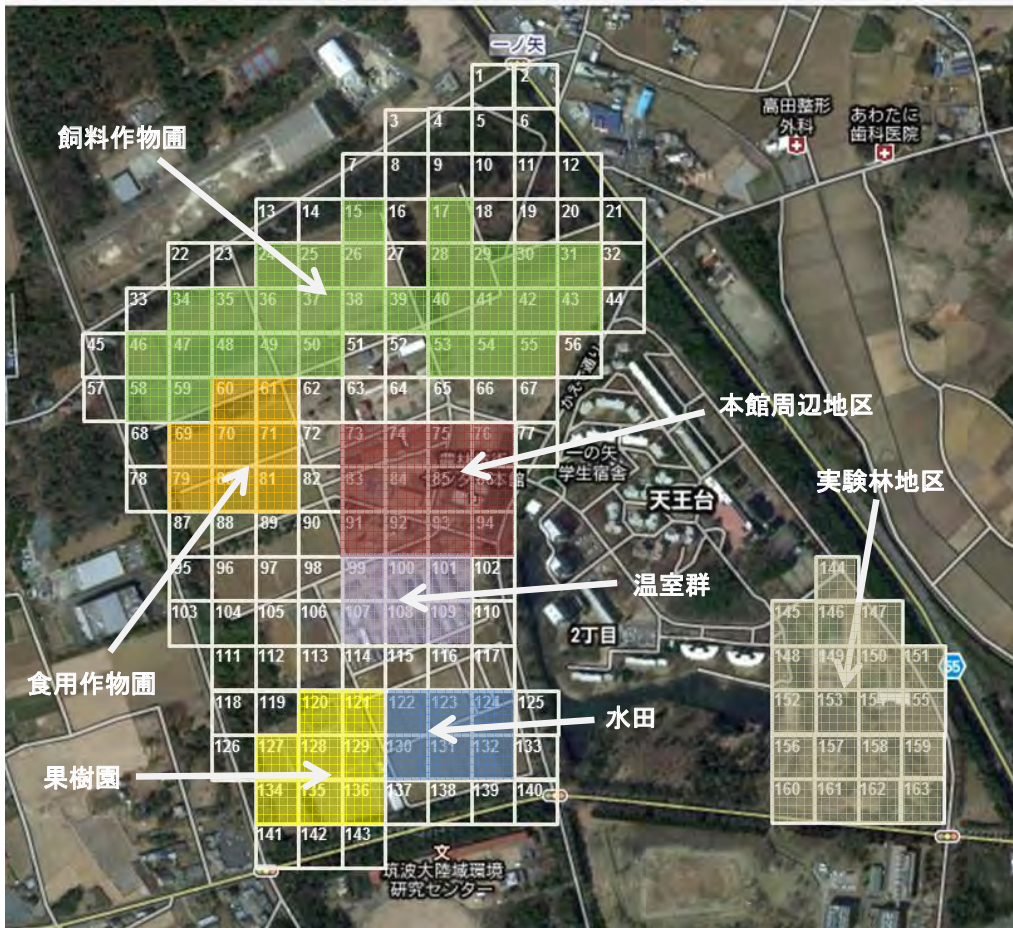


図1 筑波大学農林技術センターにおける空間線量率モニタリングを行うためのメッシュ地図。各正方形の辺が50mとなっている。

結果および考察

産業総合研究所(2013)の空間線量率モニタリング結果を参照したところ、つくば市内の同研究所における空間線量率のバックグラウンドデータは、 $0.06\mu\text{Sv/h}$ となっている。本調査における、筑波大学農林技術センターつくば地区内の平均空間線量率の推移をまとめたところ、震災から5ヶ月が経過した第一回計測時の、全計測メッシュ中央地点の平均空間線量率は $0.1 \pm 0.004\mu\text{Sv/h}$ であり、環境省が示している除染基準以下となった(図2)。しかしながら農林技術センターの平均空間線量率は、先に示した産業総合研究所(2013)の空間線量率バックグラウンドデータと比較しても高く、この時点においては福島第一原子力発電所事故による放射性物質降下の影響があったものと判断される。鈴木(2012)は、東京都23区東部のマッピングデータを基として線量率減衰の予測を行い、バックグラウンドの空間線量率に戻るのには2014年5月と予測した。筑波大学農林技術センターにおける空間線量率は計測毎に減衰しており、2014年

8月から9月に実施した調査時点では $0.066 \pm 0.002\mu\text{Sv/h}$ と、鈴木(2012)の予測に近い時期に、原発事故以前のバックグラウンドレベルに戻ったと考えられた。なお、空間線量率の減衰については、各測定回における測定値の標準誤差が、原発事故後の時間の経過とともに収束していく様子からも観察することができる(図2)。

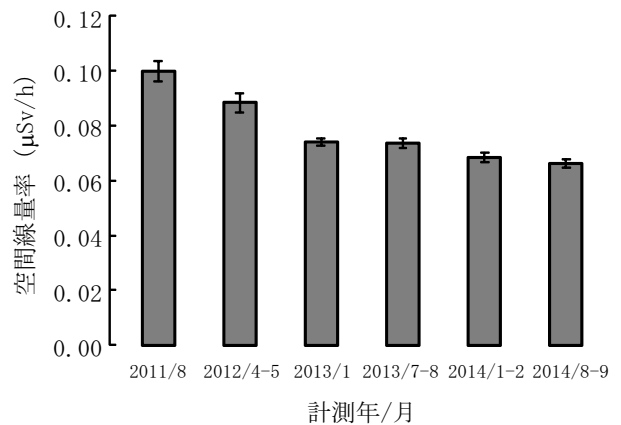


図2 筑波大学農林技術センターにおける空間線量率モニタリング結果における全平均値の推移。図中のエラーバーは標準誤差(n=163)を示す。

2011年8月に実施した調査の結果、空間線量率が、環境省が定める除染基準の $0.23\mu\text{Sv/h}$ 以上となる測定メッシュは、19番メッシュのみであった(図3)。倒木や街路樹残さの集積地がある19番メッシュでは、除染基準を上回る $0.590\mu\text{Sv/h}$ の空間線量率が記録された。この調査が行われた2011年8月時点においては原発事故後5カ月が経過しており、原発事故後に福島第一原子力発電所周辺の土壌表面より検出された ^{131}I (半減期 $T_{1/2}=8.02$ 日)、 ^{134}Cs ($T_{1/2}=2.06$ 年)、 ^{136}Cs ($T_{1/2}=13.2$ 日)、 ^{137}Cs ($T_{1/2}=30.04$ 年)ならびに $^{129\text{m}}\text{Te}$ ($T_{1/2}=33.6$ 日)のうち(Tagamiら2011)、各放射性物質の半減期から判断し、 ^{136}Cs と ^{137}Cs が農林技術センター土壌中に残っていたと推察される。この地点における放射性セシウム濃度を、農林水産省が公開した「農地土壌の放射性セシウム濃度の簡易測定法」(福島県農林水産部2012)を用いて換算したところ、 1728Bq/kg と高濃度に集積されていることが推測された。Koarashiら(2012)は、福島第一原子力発電所事故後の調査において、森林などの落葉における集積寄与率が高いことを示しており、また、Ohashiら

(2014)も、樹種によって異なるものの樹体内に放射性セシウムが滞留していることを指摘している。これらの報告は、倒木などを集積したこの地区における高い空間線量率を裏付けしているものと考えられる。放射性物質を含む伐採木を集めた場合、その周辺空間の空間線量率が增大する可能性は今後も高いと言えよう。また、52番メッシュにおいても、 $0.201\pm 0.002\mu\text{Sv/h}$ と、周辺と比較して高い空間線量率が確認された。作付後の植物残さならびに家畜糞尿を集めた堆肥置き場近くである同メッシュの空間線量率が高いことは、事故当時から当センター内部由来となる植物残さおよび家畜糞尿が集積され、当センター内の放射性物質が堆積していた可能性を示している。

農林技術センター内の空間線量率について、利用形態別(図1参照)に観察したところ、本館地区ならびに温室群の周辺では、全体的に $0.1\mu\text{Sv/h}$ を超える空間線量率が確認される箇所が多くなった(図3)。一方、果樹園を含む調査メッシュ群では $0.096\pm 0.008\mu\text{Sv/h}$ (推定放射性セシウム濃度： 281.7Bq/kg)、食用作物圃では

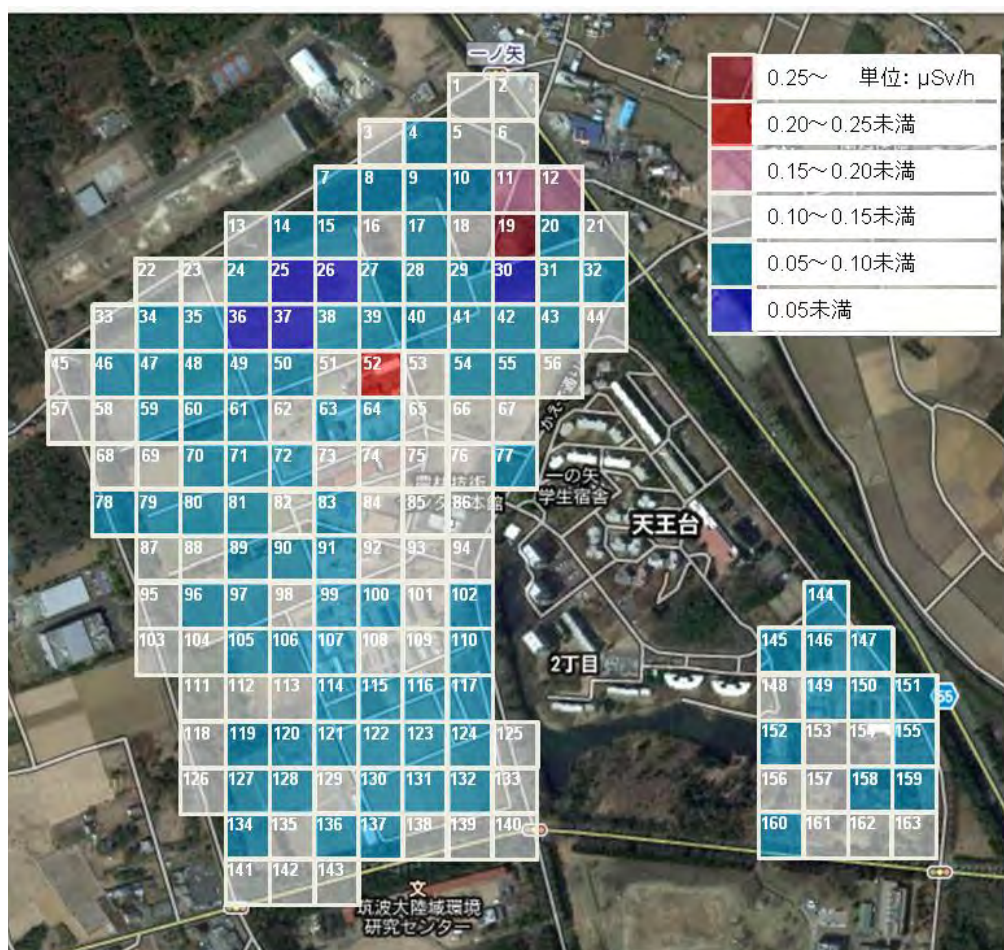


図3 2011年8月に実施した筑波大学農林技術センターにおける空間線量率モニタリング結果

0.070±0.005μSv/h(同:39.5Bq/kg)、飼料作物圃では0.069±0.008μSv/h(同:36.2Bq/kg)となり、利用形態による空間線量率ならびに放射性セシウム濃度に違いがあったものと考えられた。Koarashiら(2012)は、利用形態の違い毎に土地の集積総セシウム量を評価した結果、集積した放射性セシウムの総量に利用形態別に違いはなかったとしている。しかしながら農林技術センター内に関しては、場所別で土壤中に含まれる放射性セシウム濃度の違いに由来する空間線量率に関する違いが存在する可能性が指摘された。放射性セシウムは、土壌表層に沈着した上、土壌下層に移動しにくいとされている(津村ら1984)。一方、藤村(2013)は、試験場内の圃場において耕起および湛水によって空間放射線が減衰することを指摘している。藤村(2013)の指摘のように、空間線量率が比較的低位で記録された圃場に関しては、耕起および作付によって放射性物質が土壤中に拡散し、結果として土壌表面からの影響が減少した結果ではないかと考えられる。なお、当センターにおいて、2011年3月11日から調査が行われた8月までに先に空間

線量率が低位で記録された圃場では耕起が行われており、反対に、本館地区や温室群周囲など耕起が行われていない場所では、放射性物質の拡散が起らず土壌表面に集積したままとなった結果、空間線量率の値が高くなったものと推察される。

震災から一年が経過した2012年5月に実施した第二回計測時の全計測メッシュ中央地点の平均空間線量率は0.086μSv/hとなり、前回測定時よりも全体的に減少した(図4)。前回調査で高い線量が確認された19番メッシュでも、中央点において空間線量率が0.130μSv/hと低下したが、同メッシュ内の植物残さ集積地の近くで空間線量率を測定したところ、0.264μSv/hとその付近の線量が依然として高いことが確認された。また、実験林地区(図1)の場合、ほとんどのメッシュ中央地点では比較的低位線量であったが、148番メッシュ内の雨樋下(0.529μSv/h)や落ち葉の堆積地(0.299μSv/h)のような特定箇所での高い線量が記録されるケースが散見された。環境省(2012)の報告によると、土や埃が溜まりやすい雨樋や、雨だれ部分に多く放射性物質が

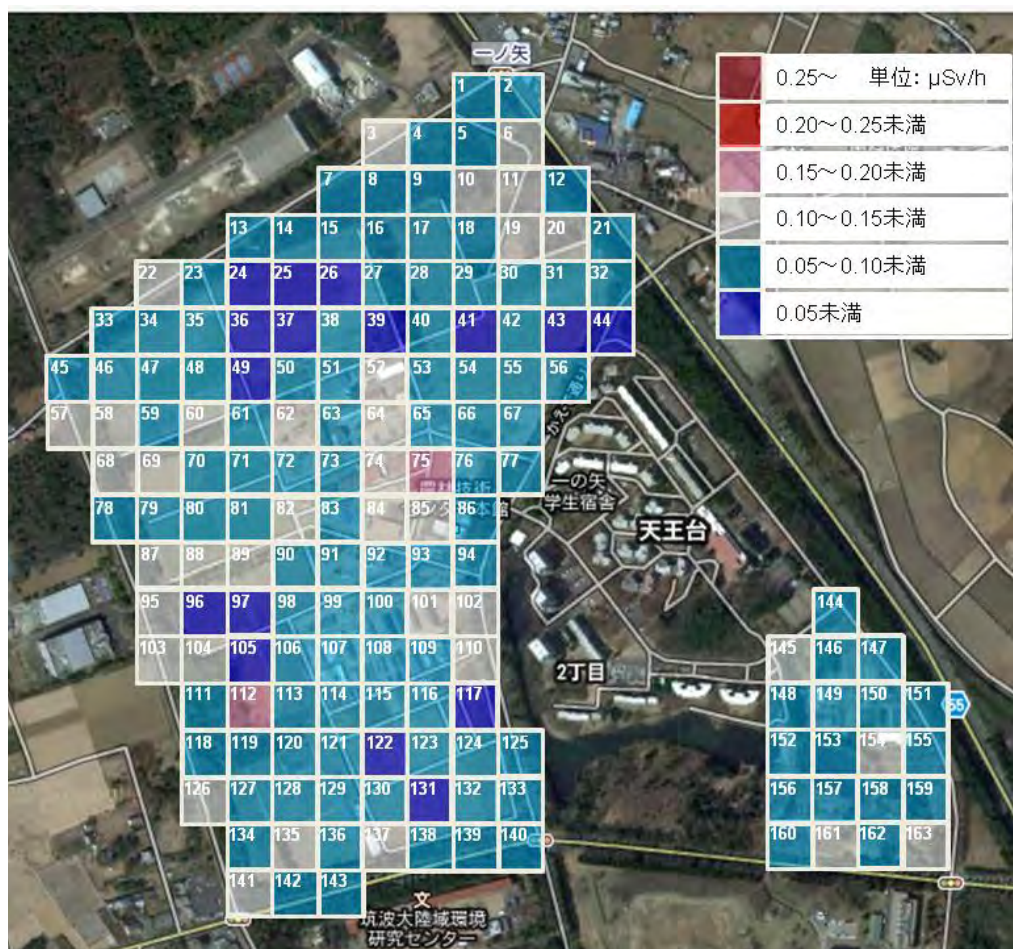


図4 2012年5月に実施した筑波大学農林技術センターにおける空間線量率モニタリング結果

残留することが指摘されている。このよう、除染が行われない場合や、耕起がされていない場所においては、放射性セシウムの減少ならびに拡散が起こらず、結果として空間線量率は高くなるものと考えられる。

震災からほぼ二年が経過した2013年1月に実施した第三回計測時には、 $0.1\mu\text{Sv/h}$ を超える測定箇所は14ヶ所のみとなった(図5)。前述のように148番メッシュでは、調査中央地点の空間線量率で比較的低いレベルであった。また、前年度の調査において、同メッシュで高い空間線量率を示した落ち葉堆積地においても、この時点における調査では $0.127\mu\text{Sv/h}$ と、経年に伴い低下したことが確認された。また、先の調査で高い空間線量率が記録されていた19番メッシュに関しても、この回の調査時には当初あった倒木などの残さが持ち出されていたこともあり、周辺の空間線量率が減少したものと考えられる。しかし、2013年7月から8月の第四回、また2014年1月から2月に実施した第五回計測時には、18番メッシュの林内で $0.2\mu\text{Sv/h}$ 近くの空間線量率が記録された。このメッシュでは、測定地点

である林内に倒木などを粉碎処理したチップがマルチされており、外部から持ち込まれた樹木チップに付着した放射性物質に由来する高い空間線量率となった可能性がある。

東日本大震災より3年が経過した2014年8月から10月に実施した第六回の調査では、各測定メッシュ中央における空間線量率の平均値が $0.066\mu\text{Sv/h}$ となり、事故以前のバックグラウンド値程度に減衰したことが示唆された。図6に示したように、全163カ所中、94%に相当する154カ所において $0.1\mu\text{Sv/h}$ 以下の空間線量率となった。その一方で18番メッシュでは空間線量が $0.26\mu\text{Sv/h}$ と、前回調査に引き続き依然として高く、林内のチップの影響が残っていると考えられた。

今回の調査を通じて、福島第一原子力発電所事故後の、環境基準を上回る空間線量率を示したメッシュは、倒木や植物残さの集積所近くや堆肥場などの近くに確認することができ、その他は、雨樋排水口や落ち葉堆積地至近などで高い空間線量率が確認される結果となった。しかしながら、こういったホットスポットの至近で



図5 2013年1月に実施した筑波大学農林技術センターにおける空間線量率モニタリング結果



図6 2014年8月から10月に実施した筑波大学農林技術センターにおける空間線量率モニタリング結果

は高い空間線量率となる一方、数メートル以上離れた場合にはそのレベルは環境基準以下であり、健康に対する直接的な影響はないものと考えられる。なお、当初の調査時において空間線量率が高かった堆肥場周辺に関しては、その後も同様に農林技術センター内に由来する植物残さが持ち込まれていたものの、高い空間線量率は記録されなかった。この堆肥場からの堆肥は、同センター内の圃場へ施用されており、センター内土壌で広く放射性物質が拡散した結果、その循環の中で空間線量率が減衰していったものと考えられる。更に、同じ地区内であっても空間線量率に関しては場所による違いがあり、耕起などの利用形態による影響があった。特に耕起を繰り返した場合、土壌内での放射性物質の拡散が起これ、結果として、その周辺空間線量率が低減したのであろう。耕作地における反転耕起などの方法は、宮城県農業振興課・農産園芸環境課・畜産課(2012)が示しているように土壌中の放射性物質濃度を低減させ、さらに周辺の空間線量率を低減させる有効な方法の一つではないかと考えられる。

引用文献

- 藤村 恵人(2013) 農耕地における耕起および湛水が空間線量率に及ぼす影響. 福島県農業総合センター研究報告 放射性物質対策号27-28.
- 福島県農林水産部(2012) 農業土壌の放射性セシウム濃度の簡易算定法. 農業技術情報26:1-2.
- 環境省「水・大気環境局除染チーム」(2012) 警戒区域、計画的非難区域等における除染モデル実証事業報告の概要 (<http://josen.env.go.jp/material/download/pdf/model004.pdf>).
- Karashi J., Atarashi-Andoh M., Matsunaga T., Sato T., Nagao S., Nagai H (2012) Factors affecting vertical distribution of Fukushima accident-derived radiocesium in soil under different land-use conditions. *Science of the Total Environment*, 431:392-401.
- 宮城県農業振興課・農産園芸環境課・畜産課(2012) 農産物の放射性物質濃度の低減対策. (<http://www.pref.miyagi.jp/uploaded/attachment/66655.pdf>).
- 文部科学省(2013) ①第6次航空機モニタリングの測定結果、及び②福島第一原子力発電所から80km圏外の航空機モニタリングの測定結果について. (http://radioactivity.nsr.go.jp/ja/contents/7000/6749/24/191_258_0301_18.pdf).
- 農林水産省プレスリリース(2012)「農地土壌の放射性物質濃度分布地図」の作成について. (<http://www>

- s.affrc.go.jp/docs/press/120323.htm)
- Ohashi, S., Okada, N., Tanaka, A., Nakai, W., Takano, S. (2014) Radial and vertical distributions of radiocesium in tree stems of *Pinus densiflora* and *Quercus serrata* 1.5 y after the Fukushima nuclear disaster. *Journal of environmental radioactivity* 134 : 54-60.
- 産業総合研究所 (2013) 震災関連の研究情報提供 (<https://www.aist.go.jp/taisaku/ja/measurement/>).
- 鈴木敬一 (2012) 福島第一原子力発電所事故後の線量率モニタリング (第5報). 放知研特別寄稿シリーズ1-10.
- 東京都町田市 (2014) 町田市内の空間放射線量の測定について. (<http://www.city.machida.tokyo.jp/iryo/sodan/tonainokankyousyosen.html>).
- 津村昭人・駒村美佐子・小林宏信 (1984) 壤及び土壌-植物系における放射性ストロンチウムとセシウムの挙動に関する研究. 農業技術研究所報告B 36 : 57-113.
- Tagami, K., Uchida, S., Uchihori, Y., Ishii, N., Kitamura, H., and Shirakawa, Y. (2011) Specific activity and activity ratios of radionuclides in soil collected about 20 km from the Fukushima Daiichi Nuclear Power Plant: Radionuclide release to the south and southwest. *Science of the Total Environment*. 409 : 4885-4888.

Survey on the Change in Air Dose Rate of Radiation at Agricultural and Forestry Research Center

Naoya FUKUDA^{1,2*}, Yoshihiko SEKOZAWA^{1,2}, Daiki MIZUTA^{1,2}
Hiroshi GEMMA^{1,2}, Atsushi TAJIMA^{1,2}, Tomohiro TAKIGAWA^{1,2}
Hisayoshi HAYASHI^{1,2}, Ryozo NOGUCHI^{1,2}, Tatsunori SEINO^{1,2}
Morio KATO^{1,2}, Naoto ISHIKAWA^{1,2}, Atsunori ASANO^{1,2}, Yoshie AKIBA¹
Mutsumi ITO¹, Momoyo ITO¹, Hideaki OMIYA¹, Kazuo OKADA¹
Takashi KATAGIRI¹, Kiyoshi KARUBE¹, Kazuo SAKAI¹, Akira SAITO¹
Miho SATO¹, Keiko SUGAWARA¹, Hiroshi HIKI¹, Mizuki MATSUOKA¹
Tomonari YAMAMOTO¹, Kazuto YOKOYAMA¹, Katsuhiko YOSHIDA¹
Tsuyoshi HONMA¹, Yasuhiro MATSUMOTO¹, Kazunori YONEKAWA¹
Toshiyasu KAWASAKI¹, Yoshinori YAGUCHI¹, Masami SEKIGUCHI¹
Taeko MORI¹, Ritsuko FUJITANI¹ and Machiko TSUKAHARA¹

¹ Agricultural and Forestry Research Center, University of Tsukuba, Tennodai 1-1-1,
Tsukuba, Ibaraki, 305-8577, Japan

² Faculty of Life and Environmental Sciences, University of Tsukuba, Tennodai 1-1-1,
Tsukuba, Ibaraki, 305-8572, Japan

Abstract

When the Fukushima Daiichi nuclear power plant accident was occurred, the radioactive substances were broadly scattered into a wide area including the south area of Ibaraki prefecture where University of Tsukuba is located, and the rapid elevation of air dose rate was observed on those area. In this study, we investigated the change of air dose rate in Agricultural and Forestry Research Center of University of Tsukuba, as we supposed that the center was a radioactive substances circulating system model in agriculture and forestry field after the nuclear power plant accident. 163 square meshes of 50m for our measurements were set to cover the all area of Agricultural and Forestry Research Center. At the first investigation in August 2011, the air dose rates were less than 1.0 μ Sv/h in the half of all mesh measurement points and the averaged air dose rate showed relatively low level of 0.1 μ Sv/h. However, there was some “hot spots” that showed a high air dose rate in some meshes. For example, one of the meshes near to the tree residual deposit place, showed a high air dose rate of 0.590 μ Sv/h. In some meshes, though the dose rate at the mesh center spot was a low, but in same mesh, high air dose rates were recorded in some specific points near the rain gutters and so on. In addition, there were differences on air dose rate among the types of land area. In the farm land area that was plowed, the air dose rate tended to become relatively lower than the building and greenhouse areas. The air dose rate has decreased with a progress of the time, and at the sixth investigation held in August 2014, it seemed to become back to background level before the nuclear plant accident, because of the diffusion of radioactive cesium in plowed field in substances circulation system.

Key words: Air dose rate, Farm land, Plowing, Radioactive cesium, Types of land area

*Corresponding Author: Naoya FUKUDA Faculty of Life and Environmental Sciences, University of Tsukuba
Tennodai 1-1-1, Tsukuba, Ibaraki, 305-8572, Japan
E-mail: fukuda.naoya.ka@u.tsukuba.ac.jp

特集論文

農林技術センター水田土壌および水稲における 放射性物質のモニタリング

加藤盛夫^{1,2*}・林 久喜^{1,2}・菅原慶子²・軽部 潔²・米川和範²・松本安広²

¹ 筑波大学生命環境系

305-8572 茨城県つくば市天王台1-1-1

² 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

要 旨

東日本大震災による東京電力福島第一原子力発電所の事故により放出された放射性物質は、広く環境中に拡散して農地に蓄積しており、茨城県のような低汚染地域でも食に対する不安に配慮するために土壌への放射性物質の蓄積および農作物への移行を明らかにする必要がある。農林技術センターで栽培した水稲品種コシヒカリについて土壌および植物体の放射性物質濃度を測定して土壌への蓄積と米への移行実態を調査した。2011年の耕起前土壌の放射性物質濃度は高かったが、耕起後は減少した。稲わらからは約半数の圃場で低濃度の¹³⁷Csが検出された。米については¹³⁷Csがぬかで検出される場合が多かったが、低レベルであった。2012年の稲わらおよびぬかから¹³⁷Csが検出されたが、濃度は非常に低かった。水田土壌表層における放射性セシウム濃度は耕うんにより減少するとともに年とともに低下し、水稲への移行も少ないことが明らかになった。

キーワード：耕起、米、水稲、放射性物質、土壌

緒 言

2011年東日本大震災による東京電力福島第一原子力発電所の事故により放出された放射性物質は、深刻な農地汚染を引き起こし、特に福島県では水田面積の約7%にあたる7300haで平成24年産米の作付けが制限された。その後も米の安全確保を目的として米の作付方針が定められている(農林水産省2013)。放射性物質は広く環境中に拡散し、茨城県でも農地に蓄積しており、長期にわたり半減期の長い放射性セシウムによる影響が懸念される。セシウムはアルカリ金属に分類され、土壌中ではCs⁺として存在し、K⁺と類似の挙動をして土壌粘土鉱物などに強く吸着されるといわれる(日本土壌肥料学会

2011、農林水産省・福島県ら2014)。しかし、米は毎日食べる主食であるため茨城県のような低汚染地域でも土壌への放射性物質の蓄積および米への移行を明らかにする必要がある。そこで本研究では農林技術センター水田において栽培時期および施肥条件の異なる圃場ごとに放射性物質の各核種の濃度を土壌および水稲地上部部位について測定し、放射性物質の水田土壌への蓄積および水稲への移行特性を調査した。

材料および方法

1. 圃場概要

農林技術センター水田面積は全体として2.3haで1区画20a～34aの9枚の均一栽培水田

*連絡者：筑波大学生命環境系

305-8577 茨城県つくば市天王台1-1-1

E-mail：kato.morio.fe@u.tsukuba.ac.jp

では水稲品種コシヒカリを栽培し、収穫した米を販売している。圃場により移植時期は4月下旬から5月下旬まで約1か月の差があるとともに、一部の圃場では有機質肥料を使用して窒素施肥のうち化学肥料由来窒素量を低減する特別栽培を実施している(表1)。

2. 土壌サンプリング

2011年は事故直後における放射性物質の土壌への蓄積と栽培後の変化を見るために、移植時期が早い3号圃(4月26日移植)と最も遅い9号圃(5月24日移植)から水田の表層土壌を採取した。両圃場とも春の耕起前と耕起後に対角線上の3地点から表層約5cmの土壌を採取し、混ぜ合わせて測定試料とした。耕起後の土壌については同様に1、2および4号圃の土壌を採取した。2012年には春の耕起後に1、2、3および4号圃から同様に表層土壌を採取して分析試料とした。

3. 水稲サンプリング

2011年は栽培時期の異なる2、4、6および8号圃において収穫前に数株の地上部を刈取り、穂と茎葉部に分け、細断して分析試料とした。また、収穫後の収穫物については、全圃場で玄米、ぬか、精米およびわらを分析に供した。2012年は1、3、6、7および8号圃において前年同様に地上部の分析を行うとともに、収穫物については玄米、精米、ぬかおよび籾殻の分析を行った。2013年は2、4および6号圃について籾と茎葉を分析した。

4. 放射性物質濃度の測定

放射性物質核種として¹³¹I、¹³⁷Csおよび¹³⁴Cs濃度を筑波大学アイソトープ環境動態研究センターにおいてゲルマニウム半導体検出器(米国ORTEC社、セイコー・イージーアンドジー(株))により計測した。

結 果

1. 水田表層土壌における放射性物質濃度

2011年の事故後の土壌における放射性物質各核種の濃度は、事故約1ヶ月後の4月上旬に採取した耕起前の3号圃では¹³¹Iが2810 Bq/kgFW、¹³⁷Csが96 Bq/kgFW、¹³⁴Csが614 Bq/kgFWと高かったが、耕起後はそれぞれ145、82、90 Bq/kgFWに低下した。事故約2ヶ月後に採取した9号圃では¹³¹Iは検出されず、¹³⁷Cs、¹³⁴Csの濃度はそれぞれ耕起前88、74 Bq/kgFW、耕起後29、25 Bq/kgFWであった(表2)。1号圃、2号圃および4号圃の耕起後の土壌の濃度は¹³¹I、¹³⁷Cs、¹³⁴Csそれぞれ121~181、52~138、70~105 Bq/kgFWの範囲で栽培時期が遅くなると低下する傾向にあった(表3)。2012年は半減期が8日程度の¹³¹Iは検出されず、1~4号圃で¹³⁷Cs、¹³⁴Csそれぞれ42~61、27~36 Bq/kgFWで2011年から大きく低下した。

2. 放射性物質のイネへの移行

2011年の栽培時期の異なる2、4、6および8号圃から収穫前に刈り取ったイネ地上部については、6号圃の穂のみから¹³⁷Csが検出された(表4)。米については1号圃以外の玄米で¹³⁷Cs

表1 農林技術センター水田栽培概要(2011年 品種:コシヒカリ)

圃場	面積 a	移植日	収穫日	窒素施肥量 [#] kg/10a	施肥法
1	19.6	5月2日	9月9日	6.3 (0)	全層
2	19.6	5月2日	9月9日	6.3 (3.15)	全層
3	19.6	4月26日	9月5日	6.3 (3.15)	全層
4	19.6	4月25日	9月5日	6.3 (3.15)	全層
5	21.1	5月9日	9月14日	8.0 (5.6)	側条
6	22.2	5月10日	9月14日	8.0 (5.6)	側条
7	23.3	5月17日	9月21日	6.3 (3.15)	側条
8	24.4	5月17日	9月21日	6.3 (3.15)	側条
9	34.3	5月24日	9月27日	6.3 (3.15)	側条

: ()内の数値は窒素施肥量のうち化学肥料由来の量

表2 2011年水田土壌の耕起前後における放射物質濃度

圃場		核種 Bq/kgFW		
		¹³¹ I	¹³⁷ Cs	¹³⁴ Cs
3号圃	耕起前	2810	96	614
	耕起後	145	82	90
9号圃	耕起前	ND	88	74
	耕起後	ND	29	25

注1) NDは検出限界以下を示す。

注2) 土壌採取日：3号圃 耕起前 4月8日
 耕起後 4月13日
 9号圃 耕起前 5月9日
 耕起後 5月16日

表3 水田土壌における放射性物質濃度の年次推移

圃場	年	核種 Bq/kgFW		
		¹³¹ I	¹³⁷ Cs	¹³⁴ Cs
1号圃	2011	181	138	105
	2012	ND	54	36
2号圃	2011	181	74	55
	2012	ND	54	27
3号圃	2011	145	82	90
	2012	ND	61	32
4号圃	2011	121	52	72
	2012	ND	42	27
	2013	—	46	27

注) NDは検出限界以下を示す。

表4 2011年産水稲(品種コシヒカリ)の部位別放射性物質濃度(Bq/kgFW)

圃場	籾		枝梗		茎葉	
	¹³⁷ Cs	¹³⁴ Cs	¹³⁷ Cs	¹³⁴ Cs	¹³⁷ Cs	¹³⁴ Cs
2号圃	ND	ND	ND	ND	ND	ND
4号圃	ND	ND	ND	ND	ND	ND
6号圃	4.92	ND	22.40	ND	ND	ND
8号圃	ND	ND	ND	ND	ND	ND

注1) NDは検出限界以下を示す。

注2) 収穫期に各圃場から地上部を刈取り、籾、枝梗、その他(茎葉)に分別して測定した。

と¹³⁴Csが検出されたが、その量は微量であった。精米からも1、5、9号圃以外で微量ながら¹³⁷Csと¹³⁴Csが検出された。1、2、3、4および8号圃ではぬかで¹³⁷Csあるいは¹³⁴Csが検出される場合が多く、その値は玄米および精米に比べて高かった。稲わらからは4、5号圃以外で¹³⁷Csが検出された(表5)。

2012年の稲わらは1、7～9号圃で¹³⁷Csが検出されたが、その値は1.2～2.0 Bq/kgFWと前年に比べてさらに低下した。籾での検出も1、

6、8号圃で0.8～1.9 Bq/kgFWとわずかであった(表6)。収穫物の米についても玄米で検出されたのは2、3、5、8、9号圃で0.34～0.47 Bq/kgFWと微量であり、精米からは6号圃のみ¹³⁴Csが0.37 Bq/kgFW検出された(表7)。また、収穫後の副産物としてぬかからは1、2号圃と9号圃で¹³⁷Cs、¹³⁴Csが検出された(表8)。2013年は2号圃の籾(¹³⁴Cs 0.4 Bq/kgFW)で検出されたのみであった。

表5 2011年産米(品種コシヒカリ)および稲わらの放射性物質濃度(Bq/kgFW)

部位 圃場	玄米		ぬか		精米		わら	
	¹³⁷ Cs	¹³⁴ Cs	¹³⁷ Cs	¹³⁴ Cs	¹³⁷ Cs	¹³⁴ Cs	¹³⁷ Cs	¹³⁴ Cs
1号圃	ND	ND	ND	ND	ND	ND	5.10	ND
1号圃	—	—	5.28	3.95	—	—	ND	ND
2号圃	0.78	0.56	7.38	ND	0.24	ND	4.53	ND
3号圃	0.98	0.57	7.35	ND	0.52	ND	3.50	ND
4号圃	1.01	0.82	ND	9.30	0.32	ND	ND	ND
5号圃	1.03	0.46	ND	ND	ND	ND	ND	ND
6号圃	0.85	0.63	ND	ND	0.32	0.43	5.30	ND
7号圃	0.90	0.49	ND	ND	0.32	0.25	5.20	ND
8号圃	0.72	0.50	6.93	5.82	0.42	0.31	14.80	ND
9号圃	0.90	0.51	ND	ND	ND	ND	6.20	ND

注1) NDは検出限界以下を示す。

注2) 各圃場から収穫調整後の玄米、精米後のぬか、精米、わらについては収量調査後の稲わらを測定した。

表6 2012年産水稻(品種コシヒカリ)の部位別放射性物質濃度(Bq/kgFW)

部位 圃場	籾		茎葉	
	¹³⁷ Cs	¹³⁴ Cs	¹³⁷ Cs	¹³⁴ Cs
1号圃	0.88	ND	2.00	ND
3号圃	ND	ND	ND	ND
6号圃	1.90	ND	ND	ND
7号圃	ND	ND	1.90	1.20
8号圃	0.82	ND	1.20	1.20
9号圃	—	—	1.60	ND

注)NDは検出限界以下を示す。

表7 2012年産米(品種コシヒカリ)の放射性物質濃度(Bq/kgFW)

部位 圃場	玄米		精米	
	¹³⁷ Cs	¹³⁴ Cs	¹³⁷ Cs	¹³⁴ Cs
1号圃	ND	ND	ND	ND
2号圃	0.44	ND	ND	ND
3号圃	ND	0.34	ND	ND
5号圃	0.41	ND	ND	ND
6号圃	ND	ND	ND	0.37
7号圃	ND	ND	ND	ND
8号圃	0.47	ND	ND	ND
9号圃	0.44	ND	ND	ND

注)NDは検出限界以下を示す。

表8 2012年産副産物の放射性物質濃度(Bq/kgFW)

部位 圃場	ぬか		籾殻	
	¹³⁷ Cs	¹³⁴ Cs	¹³⁷ Cs	¹³⁴ Cs
1・2号圃	1.40	1.60	ND	ND
5・6号圃	ND	ND	ND	ND
7・8号圃	ND	ND	ND	ND
9号圃	2.1	1.6	2.60	ND

注)NDは検出限界以下を示す。

考 察

福島第一原子力発電所の事故による放射性物質の飛散は広範囲に及び、筑波大学を含む茨城県南部の一部地域でも比較的高い空中放射線量が観測された(筑波大学アイソトープ環境動態研究センター2012)。このような放射性物質降下地域における食と生活の安全・安心を担保するために、主食である米を生産する農林技術センター水田における放射性物質の蓄積と水稻への移行を調査した。

2011年の事故発生約1ヶ月後に採取した耕起前の3号圃土壌には降下した放射性物質の¹³¹I、

¹³⁷Cs、¹³⁴Csがそれぞれ2810、96、614 Bq/kgFWと高い濃度で蓄積していたが、耕起後はそれぞれ145、82、90 Bq/kgFWに減少した。事故発生約2ヶ月後に採取した9号圃土壌では耕起前でも半減期が8日程度の¹³¹Iは検出されず、¹³⁷Cs、¹³⁴Csの濃度はそれぞれ耕起前88、74 Bq/kgFW、耕起後29、25 Bq/kgFWであった(表2)。採取時期が3号圃と9号圃の間になる1号圃、2号圃、4号圃の耕起後の濃度は時間の経過につれて低下する傾向にあった。なお、かんがい水の水源である兵太郎池の水からは放射性セシウムは検出されておらず、土壌から検出された放射性セシウムは水田に直接降下したものと考えられた。以上のことから水田表層土壌の放射性物質濃度は時間の経過につれて低下するとともに、耕うん作業により下層土に移動して大きく低下することがわかった。2012年は¹³¹Iは検出されず、1～4号圃で¹³⁷Cs、¹³⁴Csそれぞれ42～61、27～36 Bq/kgFWで2011年から大きく低下したが、その低下程度は圃場により異なった。

水稻では土壌から白米への移行係数(白米1kg当たりの放射性物質濃度/土壌1kg当たりの放射性物質濃度の比)は0.00021～0.012との報告があり(Tsukuda et al.2002)、本調査でも土壌に比べて植物体の放射性物質濃度はかなり低かった。農林技術センター水田ではコシヒカリを栽培している1～9号圃ごとに50株を刈取り、収量調査を実施しているが、2011年はその収量調査終了後の稲わらについて放射性物質濃度を測定した。その結果、9圃場のうち7圃場のわらから¹³⁷Csが検出されたが、その値は3.5～14.8 Bq/kgFWの範囲で、9号圃のみが高かったが、稲わらの場合には水稻が吸収した分だけでなく、表面に付着した表土の影響も考えられる。

収穫物の玄米からは1号圃を除いて¹³⁷Csと¹³⁴Csが検出され、精米は6圃場から¹³⁷Csが検出されたが、いずれも検出限界に近い値であった。一方、ぬかは4圃場から¹³⁷Csが検出されたが、その値は玄米よりは高い値であった。以上のことから、放射性セシウムの水稻植物体への移行は少なく、さらに可食部である穂、特に精米への移行は極めて少ないことが明らかとなった。茨城県産米の調査でも平成23年産米については359点中356点は検出せず(限界値:放射性セシウム20 Bq/kgFW)と報告されている(茨城県2011)。2012年の玄米・精米からも一部圃場から¹³⁷Csあるいは¹³⁴Csが検出されたが、その値は小

数点以下であった。平成24年産茨城米については検査1334点中検出せずが1220点、50 Bq/kgFW未満が114点と報告されている(茨城県2012)。

以上の調査から、水田圃場の土壌中の放射性セシウム濃度は年とともに低下し、特に耕うんにより土壌表層の濃度は顕著に低下することが明らかとなった。土壌中の放射性物質の水稲への移行は少なく、穂へ移行してもぬか層に吸着するので精米への移行はわずかであることが明らかとなった。しかし、水田や農林技術センターのような黒ボク土における放射性セシウムの振舞いについては化学的な理解が十分に進んでいない(塚田・武田2011)。土壌中には放射性セシウムは依然として吸着されているので、収穫部への移行を防ぎ、食の安全を確保するために土壌管理と組み合わせた総合的対策が必要である。

謝 辞

放射性物質濃度は筑波大学アイソトープ環境動態研究センターのゲルマニウム半導体検出器により計測した。種々便宜を図っていただいた松本宏センター長(筑波大学生命環境系教授)はじめ同センター職員の皆様に感謝申し上げます。なお、本調査は筑波大学東日本大震災復興・再生支援プログラムの支援を受けて実施された。

引用文献

- 茨城県(2011)平成23年産米の放射性物質検査結果。
<http://www.pref.ibaraki.jp/20110311eq/index33.html>(参照2014年12月13日)
- 茨城県(2012)平成24年産米の放射性物質検査結果。
<http://www.pref.ibaraki.jp/nourin/sansin/kome/info/komekensa.html>(参照2014年12月13日)
- (一社)日本土壌肥料学会(2011)土壌・農作物等への原発事故影響WG 原発事故・津波関連情報 原発事故関連情報(1):放射性核種(セシウム)の土壌-作物(特に水稲)系での動きに関する基礎的知見
<http://jssspn.jp/info/nuclear/post-15.html>
(参照2011年5月13日)
- 農林水産省(2013)25年産米の作付等に関する方針。
<http://www.maff.go.jp/i/kanbo/joho/saigai/pdf/25houshin.pdf>(参照2014年12月13日)
- 農林水産省、福島県、(独)農業・食品産業技術総合研究機構、(独)農業環境技術研究所(2014)放射性セシウム濃度の高い米が発生する要因とその対策について～要因解析調査と試験栽培等の結果のとりまとめ～(概要 第2版)。
http://www.maff.go.jp/j/kanbo/joho/saigai/pdf/youin_kome2.pdf(参照2014年12月13日)
- Tsukada, H., Hasegawa H., Hisamatsu S. and Yamasaki S. (2002) Rice uptake and distributions of radioactive ^{137}Cs , stable ^{133}Cs and K from soil. *Environ. Poll.* 117: 403-409.
- 塚田祥文・武田晃(2011)放射性核種の作物への移行。最新農業技術 土壌施肥vol.4. 農文協、東京. pp1-6.
- 筑波大学アイソトープ環境動態研究センター(2012)2012.03.31まで放射線量モニタリングデータ
http://www.tsukuba.ac.jp/disaster0311/images/monitor_2011.png(参照2015年2月3日)

Monitoring of Radioactive Substances in the Paddy Soil and Rice at Agricultural and Forestry Research Center

Morio KATO^{1,2*}, Hisayoshi HAYASHI^{1,2}, Keiko SUGAWARA²

Kiyoshi KARUBE², Kazunori YONEKAWA² and Yasuhiro MATSUMOTO²

¹ Faculty of life and environmental Sciences, University of Tsukuba, Tennodai 1-1-1, Tsukuba, Ibaraki, 305-8572, Japan

² Agricultural and Forestry research center, University of Tsukuba, Tennodai 1-1-1, Tsukuba, Ibaraki, 305-8577, Japan

Abstract

The radioactive substances, which was emitted by the accident of the first nuclear power plant of Tokyo Electric Power Fukushima in 2011, has spread in environment widely and accumulated in farmland. The pollution in Ibaraki prefecture is slight compared to Fukushima. But it is necessary to clear the accumulation of the radioactive substances to soil, and the shift to agricultural products in such lower contaminated area for making consumers being relieved. The radioactive substances concentrations of paddy soil and rice were measured for every paddy field plot in Agricultural and Forestry Research center, University of Tsukuba. In 2011 the radioactive substances concentration of the soil was high, but the concentration decreased after plowing. Low-concentration ¹³⁷Cs was detected from the straw in more than half plots in 2011. ¹³⁷Cs was also detected in rice grain. In 2012 ¹³⁷Cs of very low concentration was detected in straw and rice bran. The concentration of radioactive cesium of a paddy soil surface decreased with the year while it decreased by plowing.

Key words: Paddy rice, Plowing, Radioactive substance, Rice, Soil

*Corresponding Author: Morio KATO Faculty of life and environmental Sciences, University of Tsukuba, Tennodai 1-1-1, Tsukuba, Ibaraki, 305-8572, Japan
E-mail: kato.morio.fe@u.tsukuba.ac.jp

特集論文

農林技術センター園芸圃場および園芸作物における 放射性物質のモニタリング

水田大輝^{1,2*}・米川和範²・松本安広²・末木啓介³・坂本健一³
小野木亮³・松本 宏³・比企 弘²・大宮秀昭²・酒井一雄²
松岡瑞樹²・伊藤 睦²・瀬古澤由彦^{1,2}・福田直也^{1,2}

¹ 筑波大学生命環境系

305-8572 茨城県つくば市天王台1-1-1

² 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

³ 筑波大学アイソトープ環境動態研究センター

305-8577 茨城県つくば市天王台1-1-1

要 旨

東日本大震災に伴う福島第一原子力発電所の事故で放出された放射性物質について、筑波大学農林技術センターの圃場、ハウスおよび果樹園で生産した園芸作物とその土壌を計測した。2011年では、タマネギ圃場およびナス圃場の土壌から¹³⁷Csおよび¹³⁴Csが28~67 Bq/kgFW検出されたが、同時期に収穫したタマネギ、ナスからはいずれも検出されなかった。また、果樹においては、4月のブルーベリー園およびナシ園の土壌から、¹³¹I、¹³⁷Cs、¹³⁴Csが77~418 Bq/kgFW検出されたが、6~7月に収穫したブルーベリー果実、8月に収穫したナシ果実からはいずれも検出されなかった。2012、2013年では、野菜、果樹の全ての収穫物において放射性物質がほとんど検出されなかった。以上の結果より、震災後は果樹園の土壌を中心に比較的高い放射性物質が測定され、収穫した園芸作物でも一部検出されたが、作物体へはあまり移行していないこと、経時とともに含まれる放射性物質は減少し検出限界以下になっていることが明らかになった。

キーワード：園芸作物、土壌、ハウス・露地、放射性物質

緒 言

2011年3月11日に発生した東日本大震災に伴う福島第一原子力発電所の事故で放出された放射性物質の拡散は広範囲に及び(文部科学省2011)、茨城県つくば市でも空中放射線レベルの上昇が産業技術研究所(2013)、高エネルギー加速器研究機構(2011)、筑波大学アイソトープ環境動態研究センター(2012)等の各機関で観測された。食や生活の安全に対する懸念から、まず

福島県内の田畑や果樹園等における表層土、園芸作物および樹木に含まれる各種放射性物質の濃度やその推移が注目され、多数報告されている(伊東2013;塩沢ら2011;杉浦ら2014;高田ら2012a、2012b;田野井ら2013)。その一方で、近隣県におけるこれらの濃度および推移の報告については、東京都西東京市の圃場で収穫されたジャガイモおよびキャベツの葉における放射性物質濃度の測定報告(大下ら2011)など情報が限られている。

*連絡者：水田大輝 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：mizuta.daiki.ga@u.tsukuba.ac.jp

原子炉の爆発事故で放出される放射性物質の中でセシウム137 (^{137}Cs)、セシウム134 (^{134}Cs) およびヨウ素131 (^{131}I) は量も多く、人の健康に影響を及ぼす核種として重要視されている。 ^{131}I は半減期が約8日と短い、 ^{134}Cs は約2年、 ^{137}Cs は約30年と長く、土壤中に拡散して吸着され、根等から植物に吸収されて最終的には食品の中に取り込まれて内部被ばくとなる危険性が懸念される(長谷川 2012)。そのため、汚染の程度によっては、これらの除去が必要となる。

本研究では、拡散した放射性物質の土壤中濃度および園芸作物への移行程度を明らかにするため、茨城県つくば市に位置する筑波大学農林技術センターの圃場、ハウスおよび果樹園で生産した様々な園芸作物とその土壤に含まれる放射性物質の推移を震災から約3年間にわたり計測した。

材料および方法

震災後2011年から2013年までの期間、筑波大学農林技術センターの露地およびハウスにおいて収穫した園芸作物および表層土を採取し、同大学アイソトープ環境動態研究センターにて、ゲルマニウム(Ge)半導体検出器(米国ORTEC社、セイコー・イージューアンドジー(株))を用いて2000~5000秒間、各種放射性物質(^{131}I 、 ^{137}Cs 、 ^{134}Cs)濃度を測定した(図1)。蔬菜については、キャベツ、コマツナ、サンチュ、ダイコン、タ

マネギ、トウモロコシ、トマト、ナス、ニンジン、ハクサイ、ミズナ等を、果樹ではウメ、カキ、クリ、ナシ、ブドウ、ブルーベリー等を調査した(図2)。また、蔬菜圃場の一角でヒマワリも栽培し、調査・測定した。露地の表層土については、地表より5cmの深さの土壤を採取した。なお、検出限界は、1L容器での測定では各核種とも約1Bq以下、100mL容器の場合は約5Bq以下であった(誤差については信頼区間99%)。

結果および考察

震災後の2011年について、ハウス内のトマト(大玉)では、震災から間もない3月29日と30日に ^{131}I がそれぞれ28、42 Bq/kgFW検出されたが、それ以降は検出されなかった。同じくハウス栽培のサンチュでは、4月7日に ^{131}I が76 Bq/kgFW検出されたが、4月14日には検出されなかった。しかし、4月21日に再び ^{131}I が76 Bq/kgFW検出されたものの、5月9日には検出されなかった(表1)。ハウス栽培では、閉鎖環境で園芸作物が降雨に直接触れず放射性物質が検出されないと予想したが、実際には ^{131}I が検出された。これは、ハウスの天窓の開閉の際に雨風と共に入り込んだ放射性物質が植物体に付着した可能性が考えられた。

一方、露地における6月13日のタマネギ圃場の土壤から ^{137}Cs および ^{134}Cs がそれぞれ43、28

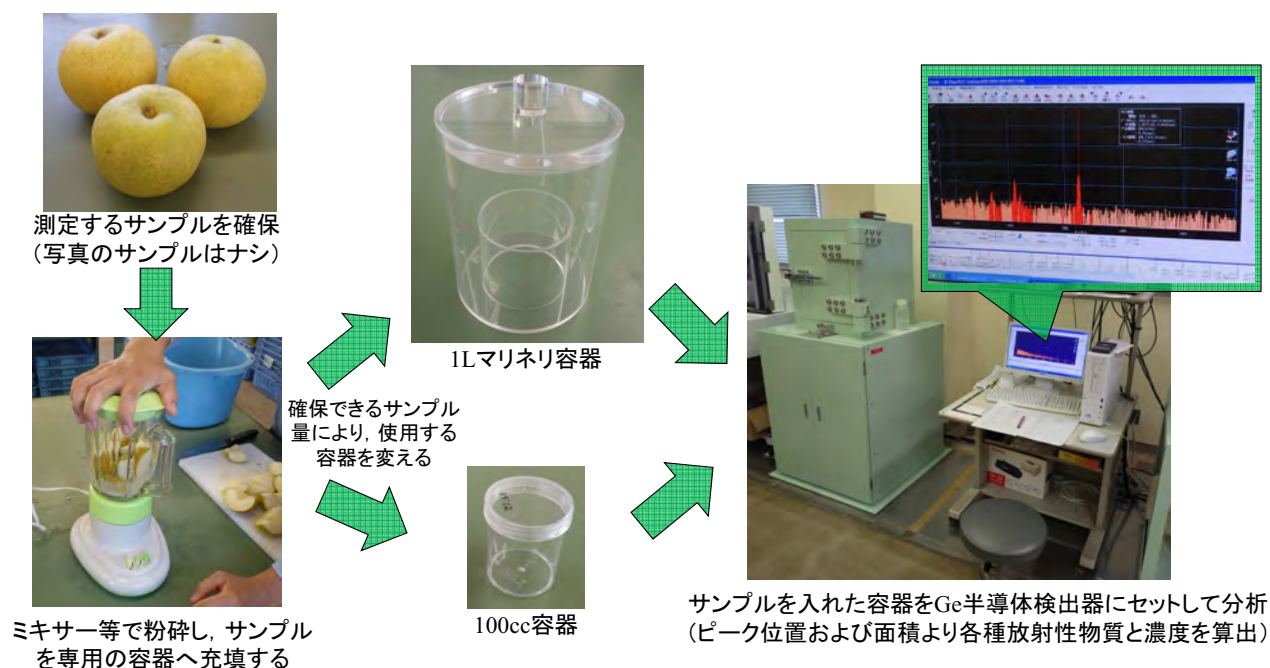


図1 収穫物および土壤に含まれる放射性物質濃度を測定する手順



図2 農林技術センターにおける園芸作物の栽培位置

1(露地);カブ、ダイコン、タマネギ、ハクサイ、キャベツ、トウモロコシ、ナス、ニンジン、ヒマワリ、2 (G4温室);ナス(苗)、3(G5温室);トマト(大玉)、4(G6温室);ミニトマト、5(F1ハウス);クウシンサイ、コマツナ、サンチュ、ブロッコリー、ミズナ、リーフレタス、レタス、6(露地);キウイフルーツ、7(ハウス);ブドウ、8(ハウス);ブルーベリー、9(露地);ブルーベリー、10(露地);ウメ、11(露地);カキ、12(露地);クリ、13(露地);ナシ。なお、1は野菜圃場を、6~13は果樹園を示す。

地図写真については、Googleマップ(<https://www.google.co.jp/maps/@36.1177263,140.0921472,729m/data=!3m1!1e3?hl=ja>)による地図情報サービスより引用した。

Bq/kgFW検出されたが、同時期に収穫したタマネギからはいずれも検出されなかった。また、6月16日および20日のナス圃場の土壌から ^{137}Cs および ^{134}Cs がそれぞれ67、47 Bq/kgFW検出されたものの、収穫物のナスからは検出されなかった(表1)。なお、同地区の圃場で栽培していたキャベツ、ダイコン、ニンジンなど露地栽培の他の収穫物からも検出されず、土壌中に含まれる放射性物質が野菜にほぼ吸収されず移行していないことが示された(表1)。大下ら(2011)の報告より、東京都西東京市にある東京大学の研究圃場では、ジャガイモおよびキャベツを栽培

した土壌から ^{137}Cs および ^{134}Cs がそれぞれ52.9と42.3、73.3と57.2 Bq/kgFW検出されたのに対し、ジャガイモの葉では ^{137}C が1.8 Bq/kgFWのみ、キャベツの外葉では検出限界以下で、土壌から植物体への移行はほとんど認められず我々と同様の結果であった。

果樹では、4月18日のブルーベリー園の土壌から、 ^{131}I 、 ^{137}Cs 、 ^{134}Cs がそれぞれ418、414、353 Bq/kgFW検出された。しかし、5月20日には ^{131}I が検出されず、 ^{137}Cs および ^{134}Cs も358、259 Bq/kgFWと減少した。一方で、6~7月に収穫したブルーベリー果実からはいずれも検出さ

表1 2011年の蔬菜, 果樹および土壌における各種放射性物質濃度の測定結果

園芸作物名	測定品名・部位名 (栽培場所等)	サンプル採取日 (測定日)*	放射性物質濃度 (Bq/kgFW)		
			¹³¹ I	¹³⁷ Cs	¹³⁴ Cs
キャベツ	茎・葉(露地)	5月25日	ND**	ND	ND
ダイコン	根部(露地)	11月 2日	ND	ND	ND
	葉(露地)	11月 2日	ND	ND	ND
タマネギ	圃場の土壌	6月16日	ND	43±6	28±5
	鱗茎(露地)	6月13日	ND	ND	ND
トウモロコシ	種子(露地)	7月20日	ND	ND	ND
ナス	圃場の土壌	6月16日	ND	67±8	47±6
	果実(露地)	6月20日	ND	ND	ND
ニンジン	根部(露地)	11月30日	ND	ND	ND
ハクサイ	茎・葉(露地)	11月18日	ND	ND	ND
クウシンサイ	葉(ハウス)	7月20日	ND	ND	ND
	サンチュ	葉(ハウス)	4月 7日	76±12	ND
トマト(大玉)	果実(ハウス)	4月14日	ND	ND	ND
		4月21日	30±13	ND	ND
		5月 9日	ND	ND	ND
		3月29日	28±10	ND	ND
		3月30日	42±9	ND	ND
		4月 6日	ND	ND	ND
		4月11日	ND	ND	ND
		4月18日	ND	ND	ND
		4月25日	ND	ND	ND
		5月 2日	ND	ND	ND
		5月 9日	ND	ND	ND
		5月16日	ND	ND	ND
		5月23日	ND	ND	ND
ミニトマト	果実(ハウス)	11月30日	ND	ND	ND
		レタス	茎(ハウス)	4月26日	ND
ウメ	圃場の土壌	4月26日	ND	ND	ND
		5月23日	ND	75±10	65±10
クリ	果実***	5月24日	ND	21±9	25±9
		8月31日	ND	ND	ND
ナシ	圃場の土壌	10月20日	ND	10.2±3	9.2±2.7
		イガ	10月20日	ND	25.6±8
	4月28日	77±8	142±11	134±10	
	5月23日	ND	216±16	154±13	
	6月 2日	ND	158±12	131±9	
ブルーベリー	圃場の土壌	8月 3日	ND	ND	ND
		8月25日	ND	ND	ND
		4月18日	418±23	414±27	353±25
		5月12日	25±6	379±22	313±17
		5月20日	ND	358±31	259±23
		5月26日	ND	53±10	48±8
	果実(露地)	6月13日	ND	ND	ND
	果実(ハウス)	7月14日	ND	ND	ND

* 採取日と測定日が異なる場合は, 採取日まで遡り測定データを元に減衰補正を行っている。

** ND(not detected) ; 値が検出限界以下であったことを示す。

*** 内部の可食部である子葉のことを指す。

れなかった(表1)。ナシ園の土壌では4月28日には¹³¹I、¹³⁷Cs、¹³⁴Csがそれぞれ77、142、134 Bq/kgFW検出されたが、5月23日と6月2日に採取した土壌からは¹³¹Iが検出されず、¹³⁷Csおよび¹³⁴Csの値はほぼ横ばいであった。なお、8月に収穫したナシ果実からは検出されなかった(表1)。5月23日のウメ園の土壌から¹³⁷Cs、¹³⁴Csがそれぞれ75、65 Bq/kgFW検出され、ウメ果肉から¹³⁷Csと¹³⁴Csが21、25 Bq/kgFWずつ検出された(表1)。ブルーベリー園と比べてナ

シ園・ウメ園で放射性物質濃度が低かった理由に、ナシ園・ウメ園の北西方向に防風林が植栽されているため放射性物質の土壌への降下が緩和されたこと、また、土壌を採取したブルーベリー園が北および東方向をハウスに囲まれているため、ハウスに付着した放射性物質が降雨でブルーベリー園に集積した可能性などが考えられた(図2)。一方、クリについて、各部位ごとに分けて測定を行ったところ、¹³⁷Cs、¹³⁴Csともにイガ部において最も高く、果皮(鬼皮)におい

表2 2012年の蔬菜, 果樹および土壌における各種放射性物質濃度の測定結果

園芸作物名	測定品名・部位名 (栽培場所)	サンプル採取日 (測定日)*	放射性物質濃度(Bq/kgFW)		
			¹³¹ I	¹³⁷ Cs	¹³⁴ Cs
カブ	根部(露地)	5月14日	ND**	ND	ND
		10月27日	ND	ND	ND
キャベツ	茎・葉(露地)	5月31日	ND	ND	ND
ダイコン	根部(露地)	5月28日	ND	ND	ND
		10月24日	ND	ND	ND
タマネギ	鱗茎(露地)	6月28日	ND	3.8±3.4	ND
トウモロコシ	種子(露地)	7月5日	ND	ND	ND
ナス	果実(露地)	5月31日	ND	5.8±3.8	ND
ハクサイ	茎・葉(露地)	11月19日	ND	ND	ND
ブロッコリー	茎・葉(ハウス)	2月3日	ND	ND	ND
		11月28日	ND	ND	ND
コマツナ	茎・葉(ハウス)	1月13日	ND	ND	ND
		9月5日	ND	1.3±0.9	ND
レタス	茎・葉(ハウス)	2月8日	ND	ND	ND
		9月3日	ND	ND	ND
トマト(大玉)	果実(ハウス)	2月20日	ND	ND	ND
		10月18日	ND	ND	ND
ミニトマト	果実(ハウス)	2月7日	ND	NDND	
		10月18日	ND	ND	ND
ナス(苗)	茎・葉(ハウス)	4月24日	ND	ND	ND
ミズナ	茎・葉(ハウス)	1月13日	ND	ND	ND
		9月7日	ND	1.3±0.88	ND
		9月19日	ND	1±0.75	0.9±0.67
ウメ	果肉	5月29日	ND	3.8±3.5	ND
		6月5日	ND	ND	ND
	種子	5月29日	ND	ND	ND
		6月5日	ND	ND	ND
カキ	果実	10月15日	ND	ND	ND
キウイフルーツ	果実	10月19日	ND	ND	ND
クリ	圃場の土壌	6月18日	ND	47.2±10.5	27.5±7.6
	果実	9月5日	ND	3.8±3.1	ND
ナシ	果実	8月21日	ND	ND	ND
ブドウ	果実(ハウス)	8月21日	ND	ND	ND
ブルーベリー	果実(ハウス)	6月5日	ND	ND	ND

* 採取日と測定日が異なる場合は、採取日まで遡り測定データを元に減衰補正を行っている。

** ND(not detected)；値が検出限界以下であったことを示す。

ても10 Bq/kgFW程度検出され、果実では検出されなかった(表1)。これは他の果樹と比較して、クリ等の堅果類は果実を除いて水分含量が低いことが要因であると考えられた。

2012年では、蔬菜の露地において6月28日のタマネギから¹³⁷Csが3.8 Bq/kgFW、5月31日のナスから¹³⁴Csが5.8 Bq/kgFW検出されたものの、それ以外のキャベツ、ダイコン、カブ、トウモロコシ等からは検出されなかった。ハウスでは、コマツナやミズナから¹³⁷Csが約1 Bq/kgFW検出されたが、他の収穫物のトマト(大玉)やミニトマト、ブロッコリー、レタス等からは検出されなかった(表2)。

一方、ウメから¹³⁴Csが、クリから¹³⁷Csがわずかに検出された以外は、他の全ての果実からは検出されなかった。なお、クリ園の土壌から¹³⁷Csおよび¹³⁴Csが27.5~139.1 Bq/kgFW検出された(表2)。また、2011年にクリ園の土壌を測定していないので、比較することはできないが、ナシ園・ウメ園と似た栽培位置条件のため、同等の測定結果になったと考えられる(図2)。なお、クリ果実にはかなり低いレベルでしか移行していないことが示された(表2)。

2013年では、蔬菜における露地キャベツ、ダイコン、ニンジン、タマネギ、ハウスのトマト(大玉)やリーフレタス等、全ての収穫物において放射性物質が検出されなかった。果樹ではブ

ルーベリーをはじめ、いずれの果実からも検出されなかった(表3)。

震災後は、果樹園の土壌を中心に比較的高い放射性物質が測定され、収穫した園芸作物でも一部検出されたが、作物体へはあまり移行していないことが示唆された。震災2年目以降は、園芸作物からは検出されてもわずかな値で、経時とともに含まれる放射性物質は減少し、検出限界以下になっていることが明らかになった。厚生労働省(2012)が定める食品の放射性セシウムの新基準は100 Bq/kg以下と設定されているが、農産物として食の安全を考えた場合、本学農林技術センターで生産される園芸作物は大幅にその値を下回っており、問題ないことが確認された。

チェルノブイリ原子力発電所での事故後のヒマワリの植栽が¹³⁷Csの除去に有効であると考えられ、福島第一原子力発電所の事故後に福島県内でも除去のためにヒマワリが栽培されたが、放射性セシウム(¹³⁷Cs+¹³⁴Cs)吸収量は土壌中含量の約1700分の1で期待された効果は得られなかった(平山2011)。今回、我々も本学農林技術センター圃場においてヒマワリを栽培したところ、土壌からは¹³⁷Csおよび¹³⁴Csがそれぞれ56.5、43 Bq/kgFW確認されたが植物体からは検出されず同様の結果となった(図3)。

農林技術センターの土壌中で最大約400 Bq/kgFWの各種放射性物質が検出されても園芸作

表3 2013年の蔬菜および果樹における各種放射性物質濃度の測定結果

園芸作物名	測定品名・部位名 (栽培場所)	サンプル採取日 (測定日)*	放射性物質濃度(Bq/kgFW)		
			¹³¹ I	¹³⁷ Cs	¹³⁴ Cs
キャベツ	茎・葉(露地)	5月27日	ND**	ND	ND
ダイコン	根部(露地)	5月22日	ND	ND	ND
タマネギ	鱗茎(露地)	6月18日	ND	ND	ND
ナス	果実(露地)	6月5日	ND	ND	ND
ニンジン	根部(露地)	6月18日	ND	ND	ND
トマト(大玉)	果実(ハウス)	2月27日	ND	ND	ND
		5月1日	ND	ND	ND
ナス(苗)	葉・茎(ハウス)	4月24日	ND	ND	ND
リーフレタス	葉・茎(ハウス)	3月18日	ND	ND	ND
ウメ	果肉	6月1日	ND	ND	ND
カキ	果実	10月15日	ND	ND	ND
キウイフルーツ	果実	10月31日	ND	ND	ND
クリ	果実	9月2日	ND	ND	ND
ナシ	果実	8月20日	ND	ND	ND
ブドウ	果実(ハウス)	8月20日	ND	ND	ND
ブルーベリー	果実(ハウス)	6月1日	ND	ND	ND

* 採取日と測定日が異なる場合は、採取日まで遡り測定データを元に減衰補正を行っている。

** ND(not detected)；値が検出限界以下であったことを示す。

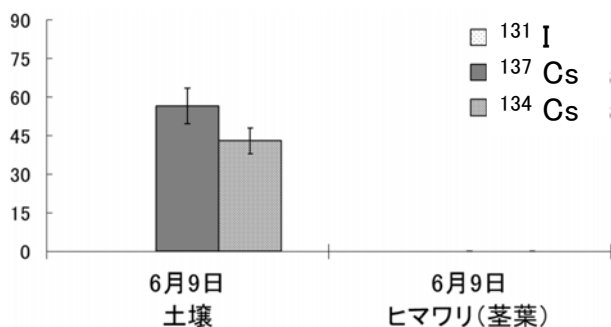


図3 2011年6月に収穫したヒマワリの茎葉と栽培した圃場土壌の放射性物質濃度

物ではほとんど検出されず植物体への移行程度が低いことが確認されたが、露地栽培におけるより安全な農産物の確保を今後意識する場合、放射性セシウムを集積するアマランサスを用いたより効率的なファイトレメディエーションや微生物-植物作用を利用した方法(横山ら2014)、果樹園土壌の表土除去(湯田2011)、果樹の樹体洗浄(阿部2011)などを試す価値があると言えよう。

謝 辞

本研究は、筑波大学東日本大震災復興・再生支援プログラム(第2期)の助成を受けて行われた。ここに記して謝意を表する。

引用文献

阿部和博(2011)果樹の樹体洗浄の処理法の違いによる効果. 農業分野における放射性物質試験研究課題成果説明会(第5回)福島県農業総合センター P.10.
 長谷川博(2012)セシウムと高等植物. 作物研究 57:1-6.
 平山孝(2011)ヒマワリ・ナタネ等の放射性物質の吸収. 農業分野における放射性物質試験研究課題成果説明会(第5回)福島県農業総合センター P.6.
 伊東かおる(2013)福島県における放射性物質による農作物の被害の現状と福島県農業総合センターの対策試験研究の取り組み. ハイドロポニクス26(2):6-7.
 高エネルギー加速器研究機構(2011)つくば市で観測された空気中の放射性物質の種類と濃度の測定結果について (<http://legacy.kek.jp/quake/radmonitor/GeMonitor.html>). (参照2015年2月3日)

厚生労働省(2012)食品中の放射性物質への対応 食品中の放射性物質の新たな基準値 (http://www.mhlw.go.jp/shinsai_jouhou/dl/leaflet_120329.pdf). (参照2015年2月3日)
 文部科学省(2011)文部科学省による第4次航空機モニタリングの測定結果について (http://radioactivity.nsr.go.jp/ja/contents/5000/4901/24/1910_1216.pdf). (参照2015年2月3日)
 大下誠一・川越義則・安永円理子・高田大輔・中西友子・田野井慶太郎・牧野義雄・佐々木治人(2011)福島第一原子力発電所事故による低濃度放射性降下物に起因した土壌および野菜の放射性核種濃度の測定—東京大学大学院農学生命科学研究科附属生態調和農学機構における事例—. RADIOISOTOPES 60:329-333
 産業技術総合研究所(2013)災害関連の研究情報 (<http://www.aist.go.jp/taisaku/ja/measurement/index.html>). (参照2015年2月3日)
 塩沢 昌・田野井慶太郎・根本圭介・吉田修一郎・西田和弘・橋本健・桜井健太・中西友子・二瓶直登・小野勇治(2011)福島県の水田土壌における放射性セシウムの深度別濃度と移流速度. RADIOISOTOPES 60:323-328.
 杉浦広幸・河野圭助・香山雪彦・村松康行(2014)福島市で採取したシラカシ(*Quercus myrsinifolia*)の果実と葉における放射性セシウムの汚染状況と移行経路の検討. 園学研 13(2):135-141.
 高田大輔・安永円理子・田野井慶太郎・小林奈通子・中西友子・佐々木治人・大下誠一(2012a)放射性降下物に起因した果樹樹体内放射性核種の分布(第3報)—福島県南地域におけるブドウとモモの樹体内放射性セシウム濃度について—. RADIOISOTOPES 61:601-606.
 高田大輔・安永円理子・田野井慶太郎・中西友子・佐々木治人・大下誠一(2012b)放射性降下物に起因した果樹樹体内放射性核種の分布(第4報)—モモ樹帯内における放射性セシウム含量とその分布について—. RADIOISOTOPES 61:607-612.
 田野井慶太郎・小林奈通子・小野勇治・藤村恵人・中西友子・根本圭介(2013)2011年における福島県の汚染された農地における収穫期の放射性セシウム濃度分布. RADIOISOTOPES 62:25-29.
 筑波大学アイソトープ環境動態研究センター(2012)2012.03.31まで放射線量モニタリングデータ (http://www.tsukuba.ac.jp/disaster0311/images/monitor_2011.png). (参照2015年2月3日)
 横山正・Djedidi Salem・小島克洋・山谷紘子・木村園子・ドロテア・渡邊泉・大津直子(2014)微生物と植物を用いた農耕地からの放射性セシウムのレメディエーションの試み. 生物工学92:276-280.
 湯田美菜子(2011)果樹園土壌の表土除去方法の検討. 農業分野における放射性物質試験研究課題成果説明会(第5回)福島県農業総合センター P.11.

Monitoring of Radioactive Substances in the Horticultural Field and Horticultural Crops at Agricultural and Forestry Research Center

Daiki MIZUTA^{1,2*}, Kazunori YONEKAWA², Yasuhiro MATSUMOTO²
Keisuke SUEKI³, Kenichi SAKAMOTO³, Ryo ONOKI³, Hiroshi MATSUMOTO³
Hiroshi HIKI², Hideaki OMIYA², Kazuo SAKAI², Mizuki MATSUOKA²
Mutsumi ITO², Yoshihiko SEKOZAWA^{1,2} and Naoya FUKUDA^{1,2}

¹ Faculty of Life and Environmental Sciences, University of Tsukuba,
Tennodai 1-1-1, Tsukuba, Ibaraki, 305-8572, Japan

² Agricultural and Forestry Research Center, University of Tsukuba,
Tennodai 1-1-1, Tsukuba, Ibaraki, 305-8577, Japan

³ Center for Research in Isotopes and Environmental Dynamics, University of Tsukuba,
Tennodai 1-1-1, Tsukuba, Ibaraki, 305-8577, Japan

Abstract

Radioactive substances were released in the accident at the Fukushima daiichi nuclear power plant due to the Great East Japan Earthquake. Radioactive substances contained in horticultural crops and the soil in the green house, farm field and orchard of Agricultural and Forestry Research Center were measured. In 2011, radioactive substances in the soil of onion and eggplant field were detected at the rates of 28 ~ 67 Bq / kgFW of ¹³⁷Cs and ¹³⁴Cs, but Radioactive substances were not detected in onions and eggplants harvested at the same time. On the other hand, soil of blueberry and Japanese pear gardens in April contained 77 ~ 418 Bq / kgFW of ¹³¹I, ¹³⁷Cs and ¹³⁴Cs. But in blueberry fruits and Japanese pears that were harvested in June-July and August, radioactive substances were not detected. After 2012, radioactive substances have been hardly detected in all vegetables and fruits. This investigation revealed that relatively high radioactive substances were measured in the soil of orchards after the earthquake, and it was also detected in some harvested horticultural crops. However, radioactive substances were not so much migrated from the soil to horticultural crop bodies. And radioactive substances contained in horticultural crop decrease and couldn't be detected with the lapse of time.

Key words: Green house and farm field, Horticultural crop, Radioactive substances, Soil

*Corresponding Author: Daiki MIZUTA Faculty of Life and Environmental Sciences, University of Tsukuba,
Tennodai 1-1-1, Tsukuba, Ibaraki, 305-8572, Japan
E-mail: mizuta.daiki.ga@u.tsukuba.ac.jp

特集論文

農林技術センター畜産部門における放射性物質のモニタリング

山本倫成¹・片桐孝志¹・秋葉よしえ¹・岡田一男¹・米川和範¹

松本安広¹・田島淳史^{1,2}・石川尚人^{1,2}・浅野敦之^{1,2*}

¹ 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

² 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

東北地方太平洋沖地震による東京電力福島第一原子力発電所の事故に伴う放射性物質の拡散は周辺地域において酪農生産物の安全性に懸念を引き起こした。本報告では、2011年から2013年までの間、筑波大学農林技術センターで生産された原乳および飼料作物、飼料畑土壌、牛用運動場土壌、および堆肥における放射性物質(¹³¹I、¹³⁷Csおよび¹³⁴Cs)の濃度をモニタリングした。原乳中の¹³¹I濃度は事故直後に302±14Bq/kgFWとなり最も高く、その後速やかに低下した。また、¹³⁷Csおよび¹³⁴Csは検出されなかった。一方、飼料作物では何れの放射性物質も検出されなかった。2011年には飼料畑および牛用運動場の土壌中において¹³¹I、¹³⁷Csおよび¹³⁴Csが検出され、運動場で飼料畑と比較して高い傾向が認められた。2012年には堆肥から¹³⁷Csおよび¹³⁴Csが検出された。さらに、牛用運動場では高い¹³⁷Csおよび¹³⁴Cs濃度(A地点, 133±19Bq/kgFWおよび⁸¹±13Bq/kgFW; B地点, 506±34Bq/kgFWおよび³⁰¹±24Bq/kgFW)を示す地点が確認された。2013年には堆肥において¹³⁷Csおよび¹³⁴Csが検出された。

キーワード：牛用運動場、原乳、飼料作物圃場、堆肥、放射性物質

緒 言

2011年3月11日午後2時46分に宮城県沖を震源とするマグニチュード9.0の地震が発生した(気象庁2011a)。つくば市においても震度6弱を記録し(気象庁2011b)、筑波大学の施設・設備に大きな被害を及ぼした。そこでまず地震による農林技術センター畜産部門の被害と原乳出荷への影響を以下に記す。

地震発生時、農林技術センターでも強い揺れを感じたが、幸いなことに家畜および作業従事者に被害はなかった。これは大部分の柵など予め固定処置がとられていたため、転倒等の被害が発生しなかったことに因ると考えられる。し

かし、地震発生直後に大学全体の電気、水道およびガスが停止したため、搾乳時にミルクカーを使用することができず、職員全員の協力を仰ぎ手搾りで搾乳を行った。震災当時12頭の搾乳牛がいたが、機械搾乳では通常40～50分ほどで搾乳作業が終了するところを、約2時間と通常の3倍近い時間を要した。電気は3月13日の午前中に復旧したため、同日の夕方から機械搾乳を行うことが可能になった。しかし、水道水の供給については、地震直後から停止し、通水が再開したのは電気復旧一週間後の3月18日であった。水道が停止したことに伴い、搾乳施設の洗浄やウシの飲料水の供給に多大な困難が生じた。農林技術センターには、ミルクングパーラー

*連絡者：浅野敦之 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：asano.atsushi.ft@u.tsukuba.ac.jp

に隣接して汲み上げた地下水を地下タンクに貯蔵する大学本部の施設が設置されている。そこで、この地下タンクに貯蔵されている水を小型ポンプで汲み上げ、乳牛の飲用水とした。一方、搾乳施設の洗浄不足による搾乳牛の乳房炎などの疾病の発生が懸念されたが、震災の発生が春先であり、気温が低かったことから、疾病の発生頻度には震災前と大きな変化はなかった。

一方、原乳の出荷は震災当日の3月11日から停止した。その後3月20日にいったん出荷再開の連絡があったものの3月21日に福島県で原乳中に暫定規制値を超える放射性物質が確認されたため、政府により出荷停止の処置がとられた。また、茨城県においても原乳で放射性物質が検出されたため3月23日に茨城県全域に出荷停止の処置が取られた。その後数回にわたり原乳のサンプルを採取し検査を行った結果、最終的に出荷が可能になったのは4月11日であった。このおよそ一ヶ月にわたる出荷停止措置により、廃棄となった原乳は計約7000kgに達し、全て飼料畑に散布した。

また2011年4月末に開始した牛用運動場土壌の放射性物質濃度のモニタリングにより、土壌中には放射性ヨウ素とセシウムが何れも高いレベルで存在していることが明らかになった。そこで搾乳牛が放射性物質で汚染された草を摂取することを防ぐため放牧を一時中止した。この結果、搾乳牛はコンクリート床の牛用運動場に終日いることになり、脚に対する負担が増加した。

以上の緊急時対応を経て、農林技術センター畜産部門の被害は最小限に抑えられた。一方で、地震による津波が発端になり発生した東京電力福島第一原子力発電所爆発事故は、放射性物質を周辺地域に拡散し、長期間にわたり国民の牛乳に対する安全感・安心感に波紋を投げかけた。過去に原乳への放射能汚染はチェルノブイリ原子力発電所の事故により発生したことが報告されている (Anderson 1958; Cragle 1961; Kirchner 1994)。この報告を元に、わが国でも国や自治体により原乳中放射性物質濃度のモニタリングが行われたが (農林水産省2015)、酪農施設における放射能汚染の状況を総合的に評価した報告例はない。

そこで、本報告では東京電力福島第一原子力発電所の爆発事故に伴って放出された放射性物質による、原乳、飼料作物、飼料畑土壌、牛用運動場土壌、および堆肥における汚染状況とそ

の経時的变化を検討するため、放射性物質のモニタリングを行ったので報告する。

材料および方法

試料の準備

震災後の2011年から2013年の間に原乳、飼料作物 (トウモロコシおよびライ麦)、牛用運動場土壌、飼料畑土壌ならびに堆肥置き場から採取した堆肥において、 ^{131}I 、 ^{137}Cs および ^{134}Cs の濃度を測定した。なお、堆肥は堆肥舎の一次発酵用区画 (堆肥置き場A) および隣接する二次発酵用区画 (堆肥置き場B) の堆肥表層から回収した。試料の準備は以下の通り行った。原乳は朝夕の搾乳により得た合乳を100mlプラスチック容器に入れた。トウモロコシは収穫後のサイロ詰め時に採取し、1L容器に詰めた。ライ麦は刈り取り後、細断して1L容器に詰めた。土壌の採取は、牛用運動場と飼料畑 (A圃場) において対角線より割り出した中央部地点で、深さ2センチ程度から採取して攪拌後100ml容器にそれぞれ詰めた。堆肥は堆肥置き場AおよびBから回収し、それぞれ1L容器に詰めた。なお、2011年4月27日の牛用運動場における土壌のサンプリングは中央部地点と共に運動場入り口地点でも行った (図2)。また、2012年6月25日の牛用運動場における土壌のサンプリングは運動場入り口前の水たまりの痕跡 (A) および左側奥の角で雑草の繁茂する土壌 (B) を選び行った (図4)。

放射性物質濃度の測定方法

試料中の放射性物質濃度は、筑波大学アイソトープ環境動態研究センターの協力の下、ゲルマニウム半導体検出器を用いて5000秒間測定した。なお、得られた結果は計測値±誤差 (信頼度99.7%) で示した。

結果および考察

原乳中の ^{131}I 濃度は事故直後 (2011年3月28日測定 $191 \pm 12 \text{Bq/kgFW}$) から急激に上昇し (2011年3月29日測定 $302 \pm 14 \text{Bq/kgFW}$)、その後約一週間掛けて検出レベル以下 ($205 \pm 12 \text{Bq/kgFW} \sim \text{ND}$) まで低下した (図1)。一方、 ^{137}Cs および ^{134}Cs は検出されなかった。飼料用トウモロコシでは同年8月26日にサイレージ、9月7～14日に植物体 (茎葉部) における放射性物質濃度を測定したが、何れにおいても検出されなかった。

この結果は、飼料用トウモロコシは土壌から放射性セシウムの移行が起りにくく、放射能汚染の影響を軽減できる飼料作物であることを指摘した報告からも裏付けられる(原田2014)。飼料畑および牛用運動場土壌中の ^{131}I 、 ^{137}Cs および ^{134}Cs における放射性物質濃度は、2011年には運動場(275±17Bq/kgFW~235±21Bq/kgFW, 425±28Bq/kgFW~255±22Bq/kgFWおよび422±27Bq/kgFW~248±19Bq/kgFW)において飼料畑(38±6Bq/kgFW~ND, 29±6Bq/kgFW~NDおよび27±5Bq/kgFW~ND)と比較して高い傾向が認められた(図2)。飼料畑の土壌における放射性物質の濃度が低いのは、播種を行う前にプラウを用いて耕起を行うため、地表に降下した放射性物質が土中に拡散あるいはすき込まれたためであると考えられる。これに対して、牛用運動場は土壌の耕起などを行っていないため、事故当時に降下した放射性物質が地表付近にとどまり放射性物質濃度が高くなったと考えられる。

2012年には堆肥で ^{137}Cs および ^{134}Cs が検出された(139±21Bq/kgFW~84±4Bq/kgFWおよび112±17Bq/kgFW~58±3Bq/kgFW)。これには、2012年の堆肥は2011年から腐熟させているため、事故当時に降下した放射性物質が残っていたこと、また極微量の放射性物質が付着した購入飼料の大量摂取により排泄物に濃縮された可能性が原因に挙げられる(図3)。牛用運動場土壌では水たまりの痕跡(A)および雑草の繁茂する土壌(B)を選び放射性物質濃度を測定した結果、高い ^{137}Cs (A, 134±19Bq/kgFW; B, 506±34Bq/kgFW)および ^{134}Cs (A, 81±13Bq/kgFW; B, 301±24Bq/kgFW)濃度を検出したことから(図4)、放射性セシウムが表層土壌へ残留している地点があることが明らかになった。2013年には、飼料畑で生産されたライ麦およびトウモロコシでは何れの放射性物質も検出されなかったが、堆肥では ^{137}Cs (29±3Bq/kgFW~34±3Bq/kgFW)および ^{134}Cs (16±2Bq/kgFW~17±2Bq/kgFW)が検出された(図3)。2013年の堆肥には、2011年にサイレージ化された飼料用トウモロコシ由来牛糞が混合されている。そのため事故当時微量の放射性物質が降下したトウモロコシをサイレージ化の後、2012~2013年にかけて乳牛が摂食することで排泄物に濃縮されたことが推察される。

以上の調査から、原乳における放射性物質濃度は原子力発電所爆発事故直後に上昇した

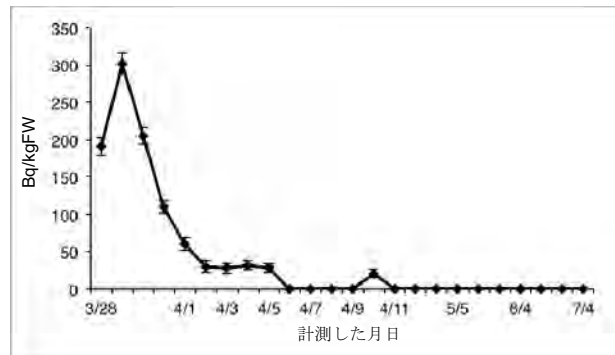


図1 2011年の原乳中 ^{131}I 濃度の経時変化

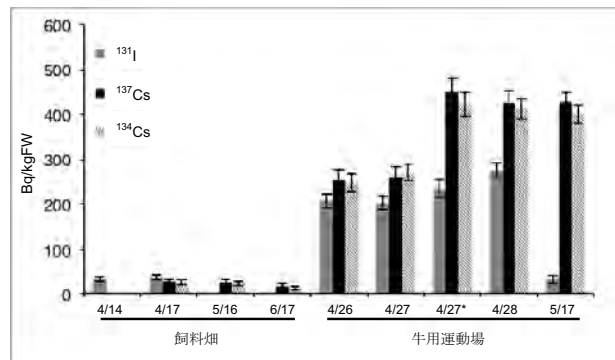


図2 2011年の飼料畑および牛用運動場における土壌中の ^{131}I 、 ^{137}Cs および ^{134}Cs 濃度(*牛用運動場入り口地点)

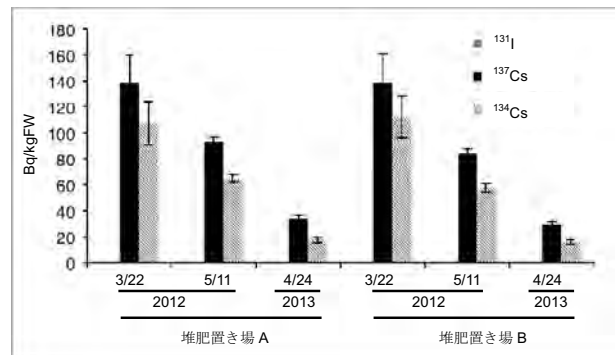


図3 2012および2013年の堆肥置き場における堆肥中の ^{131}I 、 ^{137}Cs および ^{134}Cs 濃度

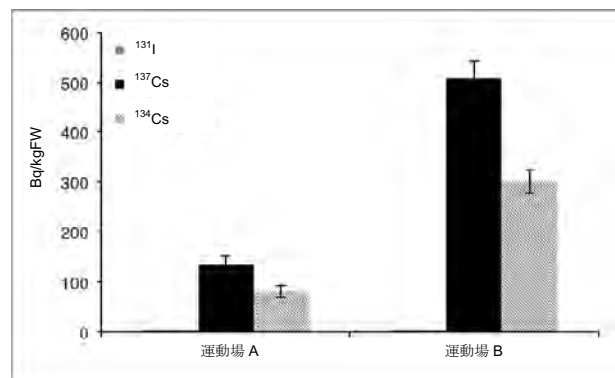


図4 2012年6月25日の牛用運動場A, 運動場B地点における ^{131}I 、 ^{137}Cs および ^{134}Cs 濃度

が、その後迅速に低下することが分かった。また放射性物質濃度は牛用運動場土壌と比較して、飼料畑土壌で低いことも分かった。このことは土壌の反転耕起は土壌表層への放射性物質の集積を避けるために有用であることを示唆している。一方、土壌中の放射性物質の飼料作物への移行は、農林技術センターの飼料圃場で栽培したトウモロコシおよびライ麦ではほぼ起こらないことも明らかになった。チェルノブイリ原子力発電所事故では、放射性物質を含む飼料を乳牛が生草および乾草の状態でも長期にわたり摂取した結果、甚大な原乳汚染が起こった (International Atomic Energy Agency, 2006)。原乳に放射性物質が移行する経路としては、大気中から呼吸器を介して体内に取り込まれると共に、乳牛の摂取する水又は飼料から体内に蓄積され、原乳へ移行することが知られている。そのため、大気中および水道水の放射性物質汚染が軽微である今回のような場合、原乳への放射性物質の移行を防ぐには、全ての飼料において継続的に放射性物質のモニタリングを行い安全性を確認する必要がある。また飼料作物を自家生産している酪農施設では、飼料畑土壌や堆肥における放射性物質濃度も測定し安全性を確かめることで、植物体への移行を防ぐことも肝要である。

謝 辞

放射性物質の測定にあたり、ご協力頂いた筑波大学アイソトープ環境動態研究センターの皆様に厚く御礼申し上げます。

引用文献

- Anderson EC (1958) Radioactivity of people and milk:1957. *Science* 128: 882-886.
- Cragle RG (1961) Uptake and excretion of cesium134 and potassium42 in lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science* 44: 352-357.
- 原田久富美 (2014) 飼料作物における放射性セシウム低減技術. *日本土壤肥料科学雑誌*85:107-112.
- International Atomic Energy Agency (2006) ENVIRONMENTAL CONSEQUENCES OF THE CHERNOBYL ACCIDENT AND THEIR REMEDIATION: TWENTY YEARS OF EXPERIENCE, Vienna International Center.
- Kirchner G (1994) Transport of iodine and cesium via the grass-cow-milk pathway after the Chernobyl accident. *Health Physics* 66(6).
- 気象庁 (2011a) 東北地方の地震活動、平成23年3月地震・火山月報 (防災編) 9-12.
- 気象庁 (2011b) 「平成23年(2011年) 東北地方太平洋沖地震」による各地の震度、平成23年4月地震・火山月報 (防災編) 322-332.
- 農林水産省 (2015) 原乳の放射性濃度の検査結果について http://www.maff.go.jp/j/seisan/milk_inspect/milkinsp.html.

Monitoring of Radioactive Substances at Animal Production Division of Agricultural and Forestry Research Center

Tomonari YAMAMOTO¹, Takashi KATAGIRI¹, Yoshie AKIBA¹, Kazuo OKADA¹,
Kazunori YONEKAWA¹, Yasuhiro MATSUMOTO¹, Atsushi TAJIMA^{1,2},
Naoto ISHIKAWA^{1,2} and Atsushi ASANO^{1,2*}

¹ Agricultural and Forestry Research Center, University of Tsukuba,
Tennodai 1-1-1, Tsukuba, Ibaraki, 305-8577, Japan

² Faculty of Life and Environmental Sciences, University of Tsukuba,
Tennodai 1-1-1, Tsukuba, Ibaraki 305-8572, Japan

Abstract

The 2011 off the Pacific coast of Tohoku earthquake caused the disaster of Tokyo Electric Power's Fukushima I Nuclear Power Plant, resulting in diffusion of radioactive substances in the atmosphere. This evoked serious concern to food safety, with a particular interest in dairy products. This led us to monitoring of radiation level in raw milk, soils of forage crop field and play yard, forage crops, and compost. Measurement of radioactivity was carried out from 2011 to 2013, with focus on ¹³¹I, ¹³⁷CS and ¹³⁴CS activities. The results showed that ¹³¹I activity in raw milk was highest (302 ± 14 Bq/kgFW) soon after the accident of the nuclear power plant and then gradually decreased to a normal level. ¹³⁷CS and ¹³⁴CS activities were not detected in the raw milk. On the other hand, none of the radioactivities were detected in forage crops. In soils obtained from forage crop field and the play yard, ¹³¹I, ¹³⁷CS and ¹³⁴CS activities were detected in 2011, and the play yard had a higher tendency in all of activities than the forage crop field. ¹³⁷CS and ¹³⁴CS were detected in compost in 2012. In addition to this, the paly yard had spots with high ¹³⁷CS and ¹³⁴CS activities in 2012 (A, $133 + 19$ Bq/kgFW and $81 + 13$ Bq/kgFW; B, $506 + 34$ Bq/kgFW and $301 + 24$ Bq/kgFW). The compost still had detectable ¹³⁷CS and ¹³⁴CS activities in 2013. These information should be useful to explore how radioactive contamination occurs and remains in a dairy farm.

Key words: Compost, Forage crop field, Play yard, Radioactive substance, Raw milk

*Corresponding Author: Atsushi ASANO Agricultural and Forestry Research Center, University of Tsukuba
Tennodai 1-1-1, Tsukuba, Ibaraki, 305-8572, Japan
E-mail: asano.atsushi.ft@u.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(2013年) —

井波明宏^{1*}・門脇正史^{1,2}

¹ 筑波大学農林技術センターハヶ岳演習林
384-1305 長野県南佐久郡南牧村野辺山462-4

² 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

データは表1のセンサーを用いて、データロガー(CR10, キャンベル, USA)に以下のとおり記録した。

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/m²)
- (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・正時前10分平均値

*連絡者：井波明宏 筑波大学農林技術センターハヶ岳演習林
384-1305 長野県南佐久郡南牧村野辺山462-4
E-mail：inami.akihiro.gp@un.tsukuba.ac.jp

4 データの回収

データ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、それ以下の場合に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掲載している。

<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 2013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 ²	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	-6.9	-2.3	-9.4	-6.0	0.0	4.32	72	40	53	1.3	0.9	ENE	
2	-3.4	0.4	-5.1	-3.0	0.0	4.47	92	51	67	1.3	0.9	ENE	
3	-7.6	-4.9	-10.9	-7.7	0.0	5.56	73	38	57	1.6	1.0	SSW	
4	-12.9	-6.8	-13.8	-11.1	0.0	4.71	89	57	77	0.9	0.6	NNW	
5	-10.0	-3.2	-14.2	-8.8	0.0	4.31	90	60	76	1.4	0.7	E	
6	-6.2	-1.7	-10.1	-6.3	0.0	4.32	91	35	63	1.1	0.5	ESE	
7	-8.0	-1.0	-12.2	-6.6	0.0	4.43	94	62	82	1.0	0.5	ESE	
8	-6.8	2.0	-8.3	-4.0	0.0	4.99	88	40	66	0.8	0.5	ESE	
9	-4.6	2.5	-9.1	-3.7	0.0	4.73	94	25	68	1.1	0.6	ESE	
10	-11.1	-2.1	-11.3	-8.0	0.0	5.00	91	46	73	0.9	0.5	SE	
11	-10.5	-0.9	-12.0	-7.7	0.0	5.39	91	44	76	0.9	0.5	ESE	
12	-3.5	1.7	-6.1	-3.0	0.0	6.02	87	17	51	1.3	0.9	ESE	
13	0.3	5.4	-4.1	0.0	0.0	4.94	67	14	43	1.5	0.7	ESE	
14	-3.0	-1.9	-6.9	-4.2	14.5	0.25	95	62	90	1.8	0.8	ESE	
15	-9.1	-5.9	-12.0	-8.7	4.5	7.17	93	86	90	1.8	0.9	SE	
16	-6.9	-1.0	-10.2	-5.9	1.5	6.06	94	57	82	1.0	0.6	SE	
17	-6.7	-3.2	-12.6	-7.3	0.0	6.04	91	51	77	1.5	0.6	E	
18	-12.6	-6.7	-13.8	-11.1	0.0	5.81	90	32	67	1.2	0.5	ESE	
19	-9.4	-0.4	-13.2	-7.6	0.0	6.82	85	40	62	1.6	0.7	ESE	
20	-8.2	-2.9	-11.0	-7.4	0.0	7.28	92	57	75	1.3	0.8	ESE	
21	-6.6	2.1	-11.1	-4.2	0.0	7.58	94	25	58	1.1	0.6	ESE	
22	1.4	5.7	-5.3	-0.8	6.5	5.31	97	70	92	1.9	1.2	E	
23	-5.8	-0.8	-6.4	-4.5	0.0	5.16	94	63	81	1.0	0.5	ESE	
24	-5.6	1.5	-8.1	-3.7	0.0	8.09	94	57	81	0.8	0.5	E	
25	-4.1	-4.0	-11.0	-6.4	0.0	6.86	94	38	64	2.3	1.2	E	
26	-10.3	-7.8	-13.9	-10.7	0.0	5.45	87	54	72	1.7	0.9	NNE	
27	-11.9	-3.2	-14.5	-9.9	0.0	8.21	83	44	65	0.9	0.5	ESE	
28	-10.0	-2.5	-12.7	-8.8	0.0	8.06	91	34	74	1.2	0.6	SE	
29	-7.9	0.7	-12.8	-7.4	0.0	8.40	88	39	68	0.9	0.5	ESE	
30	-5.7	0.1	-9.4	-5.5	0.0	8.40	87	51	71	1.4	0.8	SW	
31	-3.5	4.0	-9.0	-3.0	0.0	9.14	86	16	46	0.9	0.5	ESE	
合計					27.0	183.27							
平均	-7.0	-1.2	-10.3	-6.2		5.91	89	45	70	1.3	0.7		

観測地点：川上演習林 2013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 ²	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	-1.9	4.4	-5.1	-0.4	0.0	7.82	95	25	64	1.5	0.8	ESE	
2	4.8	10.3	0.8	4.6	1.5	8.30	97	50	74	2.0	1.2	ENE	
3	-6.9	1.3	-7.3	-2.2	0.0	8.77	96	38	70	1.0	0.6	WSW	
4	0.7	5.2	-1.6	2.0	8.5	3.76	97	50	84	1.8	0.9	ESE	
5	-7.2	1.4	-7.3	-2.9	0.0	9.62	97	33	73	1.9	0.8	WNW	
6	-0.9	1.0	-6.8	-2.4	11.0	0.71	97	93	95	1.0	0.3	N	
7	-3.2	2.1	-4.2	-1.7	0.0	7.17	96	45	69	1.5	0.7	ESE	
8	-9.4	-3.7	-14.8	-9.1	0.0	9.50	83	33	52	1.8	1.0	E	
9	-12.1	-3.2	-15.9	-9.8	0.0	10.25	87	39	68	0.8	0.5	ESE	
10	-6.2	-0.4	-8.4	-4.7	0.0	11.96	90	29	56	1.8	1.0	SSW	
11	-6.3	-2.8	-12.3	-7.1	0.0	10.65	89	45	67	1.8	1.0	SW	
12	-11.1	-2.5	-15.2	-7.9	0.0	7.84	95	43	76	1.2	0.7	ESE	
13	-4.8	-0.2	-9.0	-4.0	11.5	7.03	96	31	73	1.4	0.8	ESE	
14	-2.8	3.1	-8.3	-2.1	0.0	8.49	91	58	79	1.5	0.7	W	
15	-2.2	-1.0	-7.3	-3.7	9.0	0.78	95	59	87	1.2	0.6	SE	
16	-12.2	-7.8	-14.9	-11.2	4.0	2.28	91	68	82	1.2	0.8	SW	
17	-12.2	-2.4	-14.4	-8.9	1.5	9.61	84	26	55	1.4	0.9	SSE	
18	-1.9	3.6	-4.6	-0.7	19.0	1.38	97	57	89	1.2	0.8	E	
19	-6.5	0.2	-12.6	-7.3	0.0	3.44	96	79	89	1.3	0.8	NW	
20	-9.7	-1.9	-15.7	-8.5	0.0	14.84	81	35	55	1.9	1.0	SSW	
21	-10.3	-2.0	-12.7	-8.4	0.0	15.48	81	33	54	1.3	0.8	ESE	
22	-7.7	-1.0	-13.0	-7.1	0.0	13.63	75	29	52	1.3	0.9	ESE	
23	-8.8	-1.0	-9.4	-6.3	0.0	15.40	69	35	55	1.3	0.7	SSE	
24	-8.0	-5.9	-13.9	-9.1	0.0	10.71	86	37	56	2.1	1.1	E	
25	-13.7	-3.3	-17.3	-11.3	0.0	15.29	87	32	65	1.4	0.5	ESE	
26	-10.7	0.6	-15.8	-7.2	0.0	15.32	89	21	62	1.6	0.6	ESE	
27	1.3	7.8	-3.7	1.2	3.0	12.07	96	42	80	1.1	0.5	SE	
28	-5.4	7.5	-6.6	-0.2	0.0	15.73	92	22	67	0.9	0.5	ESE	
合計					69.0	257.86							
平均	-6.3	0.3	-9.9	-4.9		9.21	90	42	70	1.4	0.8		

観測地点：川上演習林 2013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 ²	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	1.8	6.2	0.0	2.6	15.0	7.33	97	37	71	1.6	1.1	E	
2	-5.3	2.5	-9.9	-4.4	0.0	12.21	89	33	66	1.2	0.8	W	
3	-8.3	1.8	-11.3	-6.0	0.0	14.90	88	43	70	1.5	0.6	NNW	
4	-5.0	1.7	-9.9	-4.6	0.5	12.64	94	52	80	1.6	0.5	W	
5	-6.5	3.9	-9.7	-3.3	2.0	13.42	91	35	62	1.0	0.6	ESE	
6	1.7	9.3	-2.7	2.3	0.0	17.03	65	10	33	1.2	0.8	ESE	
7	1.4	9.4	-1.3	3.2	0.0	15.05	73	27	52	1.4	0.7	ESE	
8	5.7	8.8	1.8	4.9	0.0	14.14	74	39	55	2.1	1.3	SSW	
9	5.2	13.7	1.9	6.8	0.0	15.18	67	23	41	1.8	1.0	ESE	
10	10.6	10.9	-8.3	4.5	0.5	5.10	90	30	54	1.5	1.0	NE	
11	-8.6	3.1	-10.8	-4.1	0.0	16.07	92	37	67	1.2	0.7	NNW	
12	0.4	10.8	-4.1	2.2	0.0	16.22	92	20	57	1.3	0.8	ESE	
13	4.2	10.8	1.4	5.7	14.5	13.02	96	32	61	1.6	1.1	ESE	
14	-6.4	0.9	-7.1	-4.1	0.5	14.59	97	59	87	1.5	0.9	WNW	
15	-2.3	7.1	-5.4	-0.3	0.0	16.66	94	37	72	1.1	0.7	ESE	
16	3.2	8.6	-3.2	1.9	0.0	17.33	90	11	39	2.1	0.8	E	
17	3.2	9.6	-6.0	2.0	0.0	17.49	92	26	65	1.5	0.7	ESE	
18	4.4	10.6	1.8	6.5	20.0	7.51	97	57	86	2.1	1.2	ENE	
19	9.6	15.2	3.2	8.7	0.0	18.04	96	19	52	1.8	0.9	ESE	
20	7.5	11.4	4.0	6.7	1.5	10.35	94	56	77	1.9	0.8	ESE	
21	-4.6	6.4	-6.0	-0.1	0.0	19.34	94	30	62	1.6	0.8	W	
22	2.6	12.1	-0.1	4.7	0.0	18.78	94	26	62	1.0	0.7	WSW	
23	2.4	7.9	-0.8	3.6	0.0	12.90	91	28	62	1.4	0.6	SSW	
24	3.5	9.8	1.2	4.6	0.0	18.31	94	52	80	1.2	0.6	W	
25	0.4	7.8	-6.2	1.1	0.0	8.15	96	57	85	1.1	0.6	NW	
26	-5.6	5.4	-10.1	-2.3	1.0	19.11	96	27	62	0.9	0.5	W	
27	3.2	6.5	-1.6	2.8	0.0	8.94	92	64	75	1.5	0.8	W	
28	7.7	12.8	3.1	7.2	0.0	10.64	93	55	77	0.9	0.6	ESE	
29	8.5	13.2	-0.2	7.1	0.0	14.38	96	25	64	1.4	0.7	ESE	
30	0.6	7.4	-1.8	2.0	0.0	8.08	97	68	91	1.1	0.6	W	
31	3.3	5.8	-2.1	3.0	0.0	3.25	97	65	91	1.2	0.7	ENE	
合計 平均	1.2	8.1	-3.2	2.1	55.5	416.16	91	38	66	1.4	0.8		

観測地点：川上演習林 2013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 ²	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	0.2	8.5	-3.7	2.0	0.0	16.60	95	45	74	1.3	0.6	WSW	
2	4.5	7.2	2.5	4.5	12.5	4.60	97	83	93	1.3	0.4	WNW	
3	1.2	4.1	0.4	2.7	33.0	2.93	97	88	94	1.9	1.2	ESE	
4	6.0	15.7	-0.2	7.1	0.0	19.44	94	27	65	1.4	0.6	ESE	
5	9.5	16.4	3.8	9.2	0.0	19.98	96	43	78	1.2	0.6	W	
6	6.3	7.7	5.4	6.6	24.5	2.75	97	73	89	2.0	0.9	WNW	
7	9.5	10.6	-1.0	5.7	16.0	7.42	98	53	78	1.8	1.1	ENE	
8	1.9	10.9	-3.2	3.3	0.0	21.24	71	17	40	1.5	0.9	ESE	
9	9.0	13.5	1.9	7.1	0.0	19.14	59	18	35	1.4	0.9	ESE	
10	3.8	7.8	-1.4	3.0	0.0	15.90	86	28	53	1.3	0.7	NNE	
11	-1.0	4.0	-5.7	-1.4	0.0	19.76	94	26	59	1.7	0.9	S	
12	-0.5	4.9	-4.7	-0.8	0.0	17.89	74	33	50	1.2	0.7	ESE	
13	0.3	9.4	-6.0	1.1	0.0	21.50	84	20	54	1.1	0.7	ESE	
14	4.8	12.1	-1.1	5.1	0.0	20.73	89	42	63	1.7	0.9	ESE	
15	7.9	13.6	5.0	8.2	0.0	21.63	75	25	51	2.1	1.0	SSE	
16	11.0	16.5	5.1	10.3	0.0	19.75	68	33	49	1.3	0.8	ESE	
17	13.6	16.1	5.3	11.0	0.0	13.39	82	30	50	1.1	0.8	E	
18	11.9	18.1	3.7	10.6	0.0	20.45	87	35	67	1.4	0.7	ESE	
19	3.2	10.1	-3.2	2.4	0.0	22.13	96	42	65	1.5	0.8	NNE	
20	0.6	4.1	-5.7	-0.2	3.0	6.22	96	58	78	0.9	0.4	N	
21	-1.1	0.8	-6.7	-1.6	24.0	1.61	97	81	92	1.4	0.5	N	
22	-2.3	3.6	-6.7	-1.7	0.5	21.27	81	39	62	1.5	0.9	ESE	
23	3.3	8.9	-2.8	3.0	0.0	16.22	94	54	79	1.2	0.6	SSE	
24	3.7	8.8	2.5	5.0	4.5	1.60	97	79	93	1.7	1.2	NE	
25	6.1	15.5	3.3	8.3	0.0	20.22	97	21	65	1.3	0.7	WSW	
26	7.5	12.9	-1.3	5.1	0.0	18.44	91	29	68	1.4	0.7	ENE	
27	3.3	5.9	-2.7	1.7	0.0	9.58	87	37	60	1.2	0.7	SSW	
28	3.7	11.0	-3.1	3.1	0.0	23.57	70	24	48	1.2	0.7	E	
29	10.7	16.7	-1.3	8.6	0.0	19.86	67	19	44	1.0	0.6	ESE	
30	6.4	11.2	4.5	8.4	1.5	8.89	88	29	63	1.5	0.8	E	
合計 平均	4.8	10.2	-0.6	4.6	119.5	454.68	87	41	65	1.4	0.8		

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 2013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 ²	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	5.7	10.0	-0.5	4.3	0.0	19.81	85	41	64	1.2	0.6	E	
2	2.3	8.5	-3.5	1.7	0.0	22.70	94	38	66	1.3	0.7	E	
3	4.6	11.8	-3.7	3.8	0.0	24.49	84	17	51	1.5	0.6	E	
4	7.0	12.2	1.1	6.1	0.0	18.37	78	24	46	1.5	0.7	SSW	
5	7.8	14.7	0.5	7.2	0.0	20.95	88	24	56	1.0	0.5	E	
6	11.7	17.0	2.7	9.5	0.0	21.95	90	25	50	1.8	0.8	ESE	
7	3.7	7.6	-1.6	2.5	0.0	24.53	87	30	57	1.9	1.3	ESE	
8	4.6	12.0	-1.6	6.0	0.0	23.39	53	16	33	1.9	1.4	ESE	
9	15.8	22.6	9.3	15.5	0.0	23.46	46	14	21	1.4	0.9	SE	
10	19.8	21.2	7.6	13.4	1.0	12.58	93	14	48	1.4	0.6	E	
11	11.6	13.4	8.2	11.1	23.0	3.80	97	89	95	1.0	0.5	SE	
12	11.4	18.7	6.5	12.2	2.0	25.87	97	14	67	1.2	0.5	ESE	
13	15.2	21.7	7.6	14.3	0.0	23.44	96	30	62	1.2	0.7	ESE	
14	19.1	23.3	9.8	15.6	0.0	20.08	84	19	43	1.1	0.6	ESE	
15	14.6	19.1	7.6	12.9	0.0	24.13	80	39	57	1.6	0.8	ESE	
16	12.2	17.3	5.3	10.5	0.0	15.82	88	44	69	1.4	0.7	ESE	
17	9.2	17.7	3.4	9.8	0.0	24.97	91	18	50	1.7	0.8	ESE	
18	13.2	18.0	4.7	11.6	0.0	23.41	94	53	78	1.5	0.5	SW	
19	13.0	15.1	6.0	10.2	5.0	15.13	96	38	75	1.5	0.6	W	
20	13.0	17.2	8.3	13.2	2.0	10.92	95	82	93	1.0	0.6	ENE	
21	17.1	22.8	8.4	14.8	0.0	21.36	96	25	64	0.8	0.4	E	
22	15.2	22.1	8.6	14.9	0.0	23.68	95	33	67	0.7	0.5	ESE	
23	13.1	18.5	6.7	12.7	0.0	23.10	76	27	50	1.1	0.6	E	
24	12.1	19.4	5.9	12.2	0.0	24.07	72	20	45	0.9	0.6	SE	
25	14.2	19.8	6.6	12.6	0.0	23.07	94	48	71	0.8	0.4	ESE	
26	16.0	19.4	9.1	12.6	4.0	12.19	95	51	84	0.7	0.2	ESE	
27	16.0	17.9	9.4	13.4	0.0	17.58	96	64	85	0.9	0.3	ESE	
28	10.4	14.1	9.4	10.9	0.5	9.42	97	72	89	1.3	0.4	W	
29	10.2	11.8	9.3	10.4	4.5	2.14	97	93	96	1.1	0.6	NNE	
30	13.9	15.6	12.1	14.1	10.5	3.21	97	96	97	1.0	0.5	NE	
31	12.1	20.4	7.2	13.4	0.0	22.93	97	31	70	0.8	0.3	E	
合計 平均	11.8	16.8	5.5	10.8	52.5	582.56	88	40	64	1.2	0.6		

観測地点：川上演習林 2013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 ²	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	13.0	16.5	7.1	11.5	0.0	12.75	96	58	77	0.5	0.1	ESE	
2	13.4	17.8	6.4	11.6	0.0	15.07	94	53	77	0.9	0.3	ESE	
3	13.3	20.6	8.7	13.8	0.0	20.26	95	31	64	0.9	0.4	ESE	
4	15.2	21.5	7.8	14.4	0.0	17.60	94	37	73	0.6	0.2	NE	
5	17.8	21.0	11.0	15.0	0.0	17.77	95	52	79	0.6	0.2	WNW	
6	16.3	18.2	10.8	14.1	0.0	13.95	94	57	81	0.8	0.2	ESE	
7	13.2	17.7	9.7	12.0	8.0	14.78	96	51	83	0.7	0.2	N	
8	10.9	16.9	9.2	12.1	0.0	14.02	96	51	79	0.6	0.3	SSE	
9	15.2	21.4	9.5	14.7	0.0	18.80	94	29	70	0.5	0.2	ESE	
10	14.9	17.4	11.6	14.3	1.0	9.55	95	64	85	0.6	0.1	N	
11	13.5	18.0	10.5	13.8	0.5	12.91	96	73	90	0.7	0.2	N	
12	15.5	17.1	13.9	15.3	0.5	5.01	96	88	93	0.5	0.2	WNW	
13	14.6	16.1	14.3	15.0	6.5	2.94	97	95	96	0.5	0.2	SSE	
14	18.4	19.3	14.9	17.0	14.5	5.23	97	88	95	0.3	0.1	N	
15	18.0	20.1	14.3	16.8	54.0	5.69	97	86	95	0.6	0.1	N	
16	14.6	19.5	13.8	16.0	13.5	10.59	97	77	91	0.6	0.2	N	
17	16.8	23.0	13.8	17.8	0.5	18.24	96	57	84	0.6	0.2	NNE	
18	16.2	18.1	14.8	16.4	0.0	4.71	96	66	83	0.7	0.3	ESE	
19	16.6	17.7	15.6	16.5	4.0	1.60	96	92	94	0.8	0.5	E	
20	14.3	15.2	12.4	13.6	7.5	2.73	97	93	96	0.4	0.2	SE	
21	13.1	13.4	10.4	12.2	21.5	2.55	97	94	96	0.4	0.1	N	
22	13.3	17.8	8.6	12.6	18.5	10.68	97	69	92	0.3	0.1	SSE	
23	14.9	19.5	10.7	14.4	4.5	19.29	97	64	87	0.6	0.2	WNW	
24	14.4	16.0	12.4	14.1	0.5	5.15	97	85	92	0.4	0.0	N	
25	15.0	16.4	12.0	13.9	24.5	4.98	97	86	94	0.4	0.1	N	
26	12.7	13.1	11.9	12.7	31.0	2.57	97	92	96	0.6	0.2	NW	
27	13.2	18.8	11.8	14.3	3.0	12.98	97	60	90	0.6	0.2	WSW	
28	12.5	17.4	12.0	14.0	1.0	17.13	97	68	87	0.9	0.2	WNW	
29	14.2	17.2	11.9	14.5	1.5	7.93	97	80	91	0.3	0.1	N	
30	13.8	16.9	13.5	14.6	1.5	8.38	97	86	94	0.6	0.1	WNW	
合計 平均	14.6	18.0	11.5	14.3	218.0	315.85	96	69	87	0.6	0.2		

観測地点：川上演習林 2013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 ²	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	14.0	16.6	12.6	14.0	0.0	7.11	97	80	91	0.6	0.2	WNW	
2	14.3	19.2	11.6	14.9	0.0	12.36	97	73	88	0.4	0.1	W	
3	12.4	16.8	11.4	14.1	0.0	8.11	97	84	94	0.6	0.4	WSW	
4	16.1	18.3	14.9	16.7	0.0	5.54	97	91	95	0.5	0.3	WSW	
5	17.3	19.1	16.6	17.6	0.0	3.58	97	87	94	0.8	0.5	NNE	
6	18.1	21.2	17.0	18.5	0.0	4.80	95	80	91	0.6	0.4	ENE	
7	18.8	24.4	16.6	19.7	0.5	15.17	95	61	81	0.5	0.3	ESE	
8	20.7	27.2	17.3	21.4	0.0	16.97	94	49	74	0.7	0.3	ESE	
9	20.8	28.3	17.4	22.0	0.5	19.41	95	31	72	0.5	0.2	ESE	
10	22.4	27.4	17.5	21.8	0.0	17.42	92	42	68	0.8	0.4	ESE	
11	22.9	28.2	18.6	22.6	0.0	16.67	81	43	65	0.8	0.4	SE	
12	22.5	28.1	17.9	22.3	0.0	18.72	78	33	57	0.7	0.4	E	
13	17.8	20.8	17.2	19.0	1.5	5.34	88	50	74	0.7	0.4	E	
14	19.2	23.5	16.7	19.3	0.0	9.66	79	58	70	0.5	0.3	ESE	
15	18.5	22.2	14.6	18.2	1.0	17.04	95	63	82	0.7	0.3	E	
16	18.3	22.2	14.3	17.9	0.0	10.05	95	53	79	0.5	0.2	N	
17	17.1	22.6	15.6	17.4	24.5	13.79	96	67	90	0.7	0.2	N	
18	18.3	23.7	13.9	18.5	7.5	17.07	96	47	77	0.6	0.2	S	
19	15.7	20.5	12.9	16.4	0.0	16.98	96	55	77	0.7	0.3	SE	
20	16.8	23.4	11.9	17.1	0.0	16.51	94	39	76	0.6	0.2	ESE	
21	17.6	24.7	13.8	18.4	0.0	14.96	94	48	79	0.6	0.2	N	
22	19.8	24.6	15.5	18.8	5.5	13.89	96	60	86	0.4	0.1	ESE	
23	18.7	22.6	16.4	18.5	3.5	9.72	96	76	92	0.3	0.1	SE	
24	17.9	18.7	16.4	17.6	7.0	3.20	96	94	95	0.3	0.1	ENE	
25	17.1	22.8	16.7	19.2	0.0	14.79	96	75	90	0.6	0.2	WNW	
26	19.0	24.6	16.6	19.5	0.0	16.55	95	49	81	0.4	0.2	ESE	
27	19.7	22.2	14.8	18.1	11.0	12.33	96	74	87	0.7	0.3	ESE	
28	17.0	22.2	14.4	17.8	8.0	12.59	97	67	88	0.5	0.1	ENE	
29	16.8	17.6	16.7	17.0	12.0	2.81	96	94	96	0.5	0.3	ESE	
30	18.4	23.9	16.8	19.7	0.0	9.96	96	75	88	0.3	0.1	ESE	
31	19.2	24.5	16.8	20.1	0.0	16.52	96	52	82	0.5	0.1	N	
合計平均	18.2	22.6	15.5	18.5	82.5	379.61	94	63	83	0.6	0.3		

観測地点：川上演習林 2013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 ²	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	18.5	24.0	16.1	19.4	6.0	8.23	96	73	89	0.7	0.3	SE	
2	18.9	22.1	14.8	18.3	0.0	12.59	96	69	86	0.6	0.3	SSW	
3	16.8	21.6	14.2	17.6	0.0	13.60	95	69	83	0.5	0.2	W	
4	17.9	23.2	14.5	18.3	0.0	8.90	96	69	88	0.4	0.2	W	
5	18.3	21.2	17.3	18.9	0.5	6.48	96	83	92	0.4	0.2	NE	
6	18.3	22.3	17.4	19.1	0.0	6.15	96	78	91	0.4	0.1	N	
7	19.5	25.7	16.5	20.2	0.0	16.83	96	35	72	0.7	0.3	SE	
8	20.2	24.9	15.3	19.9	0.0	11.69	95	63	83	0.5	0.1	N	
9	21.3	28.6	18.2	22.4	0.0	16.59	95	41	77	0.5	0.2	SE	
10	21.0	28.0	17.5	22.3	0.0	16.63	95	49	76	0.4	0.1	N	
11	22.3	28.4	18.9	22.6	0.5	16.38	96	52	79	0.8	0.2	N	
12	20.0	27.3	17.3	21.3	0.0	17.19	96	44	77	0.5	0.2	N	
13	18.8	24.5	17.5	20.1	0.0	12.27	94	48	79	0.7	0.2	N	
14	20.0	27.2	16.9	20.8	0.0	16.48	95	39	76	0.5	0.1	E	
15	20.8	25.5	17.0	20.3	0.0	13.30	95	63	84	0.4	0.1	ENE	
16	20.4	26.1	17.4	20.8	0.0	17.06	95	52	82	0.7	0.2	W	
17	18.9	25.5	17.0	20.3	0.0	15.49	95	52	83	0.5	0.2	ENE	
18	19.2	25.9	16.8	20.6	0.0	17.74	95	55	81	0.5	0.2	NE	
19	19.7	26.7	16.4	21.0	0.0	17.21	95	50	80	0.5	0.2	ESE	
20	19.6	25.1	17.6	20.7	0.0	11.26	96	61	84	0.6	0.2	NE	
21	20.6	25.3	18.4	20.9	14.5	10.36	96	51	79	0.6	0.3	ESE	
22	20.2	26.5	17.3	21.2	0.0	15.18	96	50	80	0.6	0.3	E	
23	20.1	21.5	17.7	19.6	37.0	2.67	96	85	91	0.4	0.2	E	
24	19.7	20.4	15.2	18.4	0.0	5.15	96	72	86	0.7	0.3	SE	
25	16.0	17.8	14.1	16.3	10.5	4.34	97	89	93	0.9	0.3	ESE	
26	14.7	19.0	10.4	15.1	12.5	11.53	96	59	82	0.7	0.3	ESE	
27	13.4	20.2	12.2	15.4	3.0	16.47	97	52	85	0.8	0.3	SE	
28	14.6	22.6	10.2	16.1	0.0	16.81	97	54	81	0.5	0.2	N	
29	16.6	22.7	15.0	18.2	0.0	16.56	95	56	77	0.6	0.3	NE	
30	20.3	23.5	17.2	19.6	0.5	8.16	92	67	83	0.7	0.3	ESE	
31	19.9	25.6	17.1	20.6	7.5	15.92	96	61	84	0.7	0.3	ESE	
合計平均	18.9	24.2	16.1	19.6	92.5	395.23	96	59	83	0.6	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 2013年 9月 気象月報

八ヶ岳演習林

日	気 温 ℃				降水量 mm	水平面日射量 MJ/m ²	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	23.2	16.4	19.2	1.0	7.92	96	76	91	0.5	0.2	E	
2	18.5	19.6	16.6	17.9	14.5	3.41	96	89	94	0.6	0.3	NNE	
3	18.1	22.1	16.5	18.4	0.0	10.76	96	69	86	0.8	0.4	WNW	
4	16.1	17.7	15.2	16.6	22.5	3.15	97	73	94	1.2	0.7	NNE	
5	17.3	19.9	16.8	18.0	41.0	5.90	97	85	94	0.7	0.2	N	
6	16.8	21.1	15.6	17.7	0.0	7.67	97	76	91	0.4	0.2	N	
7	17.3	17.7	15.7	16.8	2.0	3.20	97	89	94	0.6	0.3	NNE	
8	16.9	17.7	13.3	15.6	11.0	3.00	97	92	96	0.8	0.3	NNE	
9	13.9	20.1	12.2	15.5	0.0	14.19	96	67	86	0.6	0.2	NNE	
10	15.1	18.6	13.5	15.5	0.0	8.54	97	79	89	0.6	0.1	WNW	
11	15.4	19.3	14.5	16.1	0.0	6.36	97	83	95	0.4	0.1	WNW	
12	17.2	23.4	14.6	17.9	7.0	11.21	97	64	88	0.4	0.1	N	
13	17.5	22.7	16.1	18.7	0.0	11.65	97	73	90	0.4	0.2	E	
14	18.4	21.6	16.3	18.4	0.0	8.36	97	80	91	0.7	0.2	NW	
15	15.3	19.2	14.6	16.7	13.0	4.47	97	87	93	1.1	0.4	N	
16	18.8	18.9	9.0	15.0	115.0	2.63	97	53	90	2.0	1.0	SE	
17	11.6	22.0	6.6	13.3	0.0	18.21	93	21	52	0.9	0.4	ESE	
18	13.3	20.9	9.1	13.8	0.0	16.89	94	51	78	0.5	0.2	ESE	
19	12.6	23.7	9.1	14.1	0.0	12.71	95	31	74	0.5	0.2	ESE	
20	13.5	20.2	10.4	14.3	0.0	16.78	95	60	84	0.8	0.3	WNW	
21	13.1	21.1	9.3	14.7	0.0	16.38	96	55	82	0.6	0.2	ESE	
22	14.6	19.1	10.8	14.3	0.0	10.09	97	59	85	0.5	0.1	N	
23	13.3	17.4	10.8	13.1	0.0	8.51	96	71	89	0.4	0.1	N	
24	14.3	19.2	11.5	14.6	0.0	11.79	97	64	87	1.2	0.3	N	
25	16.2	20.9	12.0	16.2	0.5	8.72	97	73	92	0.7	0.2	ESE	
26	11.7	15.2	4.9	10.6	0.0	10.04	97	75	89	1.4	0.9	SSE	
27	6.5	16.7	4.1	8.5	0.0	15.31	94	30	73	1.0	0.4	E	
28	9.3	15.9	5.5	9.7	0.0	14.20	96	47	81	0.7	0.2	ESE	
29	10.7	19.1	7.4	11.7	0.0	14.09	96	65	85	0.5	0.1	E	
30	11.4	19.7	7.3	12.7	0.0	13.57	93	42	74	0.5	0.2	E	
合計 平均	14.8	19.8	11.8	15.2	227.5	299.70	96	66	86	0.7	0.3		

観測地点：川上演習林 2013年 10月 気象月報

八ヶ岳演習林

日	気 温 ℃				降水量 mm	水平面日射量 MJ/m ²	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	14.5	17.7	12.0	14.5	0.5	4.21	97	82	91	0.3	0.0	N	
2	16.3	21.4	13.0	15.9	0.0	10.76	97	69	90	0.7	0.3	SE	
3	13.9	17.4	9.4	12.8	3.0	9.89	97	71	90	0.5	0.2	N	
4	11.2	14.5	8.7	11.2	0.0	5.09	98	87	95	0.2	0.1	N	
5	12.4	15.5	11.4	13.5	7.5	3.52	97	93	96	0.3	0.1	N	
6	14.8	18.5	12.7	14.8	0.0	3.82	97	83	94	0.5	0.1	N	
7	13.8	17.7	10.5	14.5	0.0	6.41	97	82	93	0.6	0.2	WNW	
8	14.4	18.0	13.0	15.1	0.0	9.41	96	72	88	1.0	0.4	WNW	
9	14.1	16.7	12.9	14.8	0.5	1.22	97	82	91	1.3	0.7	N	
10	14.6	19.5	12.7	15.7	0.0	4.78	97	77	92	0.8	0.2	N	
11	15.1	18.4	13.7	15.3	0.0	3.82	98	70	88	0.8	0.5	NNE	
12	14.3	18.6	4.9	13.2	0.0	13.83	90	31	64	1.4	0.6	ENE	
13	6.7	13.4	2.3	7.2	0.0	13.46	93	43	70	0.9	0.4	ESE	
14	10.0	13.0	7.9	10.1	0.0	9.13	92	69	83	1.3	0.5	WNW	
15	11.1	11.8	9.6	10.5	54.5	1.36	97	79	92	1.1	0.5	WNW	
16	8.6	11.4	3.0	8.0	62.0	7.20	98	75	91	2.7	1.4	SE	
17	3.9	10.7	1.8	5.2	0.0	12.84	93	57	79	0.8	0.4	WSW	
18	6.6	9.8	4.0	6.4	0.0	5.42	95	75	88	0.6	0.1	N	
19	6.7	10.6	5.5	7.6	1.0	5.42	98	66	91	0.8	0.1	N	
20	7.9	9.7	7.9	8.4	38.5	1.79	98	95	97	0.5	0.2	N	
21	10.0	13.6	8.4	11.0	0.0	3.15	98	92	97	0.2	0.1	N	
22	10.2	12.5	8.8	10.1	0.0	2.80	98	88	96	0.2	0.1	N	
23	8.1	9.5	8.0	8.5	0.0	2.16	98	96	98	0.6	0.2	WNW	
24	9.3	10.8	7.6	9.6	0.5	2.61	98	93	97	1.2	0.6	WNW	
25	11.9	14.4	8.9	12.0	65.0	1.65	98	97	98	1.3	0.7	NW	
26	5.7	8.6	1.4	5.3	40.5	4.01	97	81	92	1.9	1.2	ESE	
27	2.3	8.7	-0.4	3.0	0.0	11.13	97	63	84	0.8	0.3	NE	
28	2.6	11.9	-0.9	4.7	0.0	11.36	95	54	82	1.0	0.3	ESE	
29	7.0	8.5	4.2	6.6	4.0	3.88	97	81	93	0.8	0.3	WNW	
30	7.5	14.3	2.7	8.0	0.0	10.50	97	46	80	0.7	0.4	SSE	
31	6.1	12.3	3.1	6.5	0.0	10.26	89	51	71	1.0	0.5	E	
合計 平均	10.0	13.8	7.4	10.3	277.5	196.90	96	74	89	0.9	0.4		

観測地点：川上演習林 2013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 ²	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	3.4	12.5	0.1	5.3	0.0	10.60	96	44	78	0.6	0.2	ESE	
2	7.5	12.8	4.1	7.8	0.0	9.44	95	65	84	1.6	0.6	WNW	
3	13.7	17.0	7.4	11.7	2.0	6.82	96	36	66	0.9	0.4	E	
4	8.8	11.7	2.5	7.1	4.5	6.54	98	66	90	1.5	0.7	ESE	
5	2.6	9.6	1.2	3.7	0.0	9.95	95	45	79	1.2	0.6	ESE	
6	3.5	9.5	2.4	5.2	0.0	8.47	96	65	85	1.2	0.6	ESE	
7	8.1	10.5	2.0	6.8	13.5	2.72	97	62	87	1.3	0.7	ESE	
8	2.4	10.4	-1.0	3.5	0.0	8.69	95	37	71	0.7	0.4	ESE	
9	5.3	7.2	-0.1	5.2	0.0	4.73	95	72	84	1.6	0.8	W	
10	8.1	9.9	3.1	7.4	3.0	3.13	98	78	91	1.6	0.8	ENE	
11	3.2	6.8	-5.3	0.2	0.0	6.39	98	58	87	1.3	0.8	ESE	
12	-4.3	2.7	-7.5	-2.9	0.5	7.10	94	44	73	1.1	0.4	SE	
13	-4.1	1.2	-5.8	-3.4	0.0	7.93	94	59	82	0.9	0.4	NNW	
14	-0.6	4.0	-4.6	0.2	0.0	6.69	90	65	82	1.7	0.8	W	
15	2.7	3.4	0.7	1.8	8.0	1.60	97	86	93	0.9	0.5	NE	
16	1.1	7.2	-1.1	1.6	0.0	5.74	92	55	76	0.8	0.4	ESE	
17	0.4	8.5	-1.0	2.5	0.0	7.49	95	47	81	1.0	0.6	ESE	
18	2.3	8.2	-1.2	2.7	0.0	5.78	93	46	68	1.0	0.6	ESE	
19	-1.7	2.3	-2.7	-1.1	0.0	7.97	65	31	47	1.4	1.0	NNE	
20	-0.8	2.9	-2.6	-0.6	0.0	6.53	68	43	60	1.6	1.1	E	
21	-1.1	5.1	-2.7	-0.3	0.0	7.24	80	43	65	1.4	0.8	ESE	
22	-0.6	6.8	-2.9	0.6	0.0	7.41	95	37	68	1.3	0.7	ESE	
23	-2.5	6.7	-4.8	0.5	0.0	6.75	96	41	77	0.9	0.4	ESE	
24	-1.1	7.2	-3.0	1.1	0.0	6.38	95	43	72	0.8	0.4	ESE	
25	3.2	7.7	1.6	4.4	9.5	1.84	98	62	84	1.8	1.0	NE	
26	2.6	5.2	-3.0	1.8	0.0	6.09	71	41	58	1.6	1.0	E	
27	-0.4	4.3	-3.7	0.6	0.0	5.47	96	34	59	1.3	0.7	ESE	
28	2.3	3.2	-6.0	-0.4	0.5	5.61	95	47	60	1.2	0.8	ESE	
29	-4.2	0.1	-6.5	-3.8	0.0	5.71	77	33	58	1.1	0.7	ESE	
30	-5.5	3.2	-7.0	-3.3	0.0	5.52	82	35	65	1.4	0.7	ESE	
合計 平均	1.8	6.9	-1.6	2.2	41.5	192.33	91	51	74	1.2	0.7		

観測地点：川上演習林 2013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 ²	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	-1.3	5.7	-2.9	0.2	0.0	5.54	79	34	59	1.1	0.6	ESE	
2	-0.5	6.0	-4.4	0.0	0.0	5.11	90	40	67	1.1	0.5	ESE	
3	-2.1	5.9	-4.4	-0.6	0.0	5.23	90	43	72	0.8	0.4	ESE	
4	-3.0	5.1	-3.8	-0.5	0.0	4.81	93	47	80	0.7	0.3	ESE	
5	-2.7	5.9	-4.1	-0.7	0.0	4.66	91	35	74	0.9	0.4	ESE	
6	2.1	4.7	-2.7	1.0	0.0	4.61	89	37	59	1.5	0.9	ESE	
7	-1.6	3.4	-4.5	-1.2	0.0	5.11	85	39	62	1.8	0.7	ESE	
8	-5.4	1.2	-6.8	-4.0	0.0	4.54	95	48	80	1.0	0.4	ESE	
9	-2.0	1.7	-4.9	-0.9	0.0	4.02	92	50	77	1.1	0.7	ESE	
10	1.5	5.5	-3.3	1.4	7.0	3.77	96	54	81	2.4	1.1	NE	
11	-2.8	1.8	-5.8	-2.4	0.0	4.25	86	50	65	1.8	0.8	ESE	
12	-5.0	-2.3	-7.3	-4.6	0.0	4.74	77	53	66	2.0	1.1	E	
13	-2.7	-0.1	-7.0	-4.0	0.0	2.34	83	54	67	1.4	0.8	NNE	
14	-6.1	-2.7	-7.3	-5.4	0.0	4.34	79	49	60	2.1	1.3	SW	
15	-4.2	-1.2	-8.3	-4.6	0.0	4.46	77	40	61	1.8	1.2	SW	
16	-7.4	-1.7	-9.3	-6.0	0.0	4.03	86	44	68	1.5	0.9	S	
17	-4.1	-0.4	-5.4	-3.6	0.0	4.17	86	59	71	1.1	0.5	ESE	
18	-3.0	-2.0	-4.3	-3.5	7.5	1.40	95	71	87	0.2	0.1	N	
19	-0.8	0.5	-2.9	-0.7	10.5	1.09	97	89	94	0.7	0.1	N	
20	-3.2	-0.4	-9.4	-3.8	8.0	0.73	97	79	90	0.0	0.0	N	
21	-6.3	0.8	-7.1	-3.8	0.5	1.09	94	58	80	1.8	0.5	ESE	
22	-8.8	-2.4	-11.9	-7.2	0.0	1.45	91	54	81	1.0	0.5	ESE	
23	-6.7	-0.4	-12.3	-6.7	0.0	1.72	90	67	82	1.5	0.4	ESE	
24	-8.5	-0.4	-10.2	-6.8	0.0	2.04	92	41	74	1.5	0.6	ENE	
25	-8.7	0.3	-9.7	-6.1	0.0	4.23	92	39	74	1.5	0.8	ESE	
26	-3.1	1.6	-6.0	-1.8	1.5	3.66	96	69	81	1.3	0.7	E	
27	-3.0	-0.4	-11.0	-4.6	2.5	2.04	97	69	86	1.6	0.8	ESE	
28	-8.1	-5.4	-11.2	-8.7	0.0	4.85	79	37	59	1.5	0.8	ESE	
29	-11.6	-3.8	-13.6	-8.4	0.0	3.80	70	38	57	1.5	0.8	E	
30	-7.0	1.3	-7.7	-4.4	0.0	4.36	72	32	53	1.6	0.9	ESE	
31	-3.1	1.2	-6.1	-3.2	0.0	4.52	75	46	62	1.5	0.8	ESE	
合計 平均	-4.2	0.9	-6.9	-3.4	37.5	112.69	87	50	72	1.3	0.7		

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 (2013年) —

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

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筑波大学農林技術研究(2010年分までは演習林報告)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2013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。2013年は2~3月はロガーの修理、11月にロガーの故障のため降水量を除く全ての項目で欠測となった。ただし、気温・湿度は同時観測を行っていた別機器の値を掲載した。それ以外では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 総合気象 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

表 1 観測項目と観測方法の一覧

項 目	センサー	ロガー	サンプル方法
気 温	8150.TFF10 (Lufft社)	OPUS II (Lufft社)	1 時間平均
湿 度	KDC-S2 (ロトロニック社)	OPUS II (Lufft社)	1 時間平均
気温・湿度	(2~3、11~12月に使用)	HOBO Pro v2 (Onset社)	1 時間平均
降 水 量	転倒マス型0.5mm/パルス	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

- (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/m²) 単位に変換
 - (6) 風 向
毎正時の値の最頻値を16方位で表示
 - (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
- (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
- 2014年10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)。

4 データの回収
データ回収はパソコンにより行った。

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。

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

http://www.nourin.tsukuba.ac.jp/~forest/kishou_data.html

表2 観測地点一覧

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

※井川事務所における観測は終了した。

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 2013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 ²	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	-3.5	2.4	-5.6	-2.3	-	7.0	59.0	21.0	39.5	6.8	1.3	SSW	冬季のため降水量の観測 休止(3/31まで)
2	-0.3	1.1	-1.6	-0.3	-	2.3	68.0	36.5	54.4	6.6	2.9	SSW	
3	-3.9	-0.8	-8.7	-4.1	-	7.2	56.5	23.5	37.2	8.6	1.5	NE	
4	-7.3	2.1	-9.1	-5.6	-	7.3	56.0	25.0	46.1	1.8	0.4	NE	
5	-7.5	1.9	-9.0	-4.4	-	6.2	78.0	8.5	55.6	4.4	0.6	E	
6	-0.8	3.8	-2.9	0.0	-	4.1	58.5	7.5	33.1	4.2	0.5	S	
7	-3.4	4.2	-5.3	-1.8	-	7.4	83.5	55.0	69.4	2.4	0.3	SSW	
8	-0.8	7.4	-2.8	0.5	-	7.0	77.5	24.0	54.7	1.6	0.2	E	
9	0.3	7.3	-3.3	0.3	-	4.8	77.5	8.5	46.1	3.3	0.6	NE	
10	-4.0	4.4	-4.4	-2.1	-	7.6	71.5	17.5	48.8	7.6	1.1	NE	
11	-4.6	5.1	-5.4	-2.2	-	7.5	78.0	30.0	50.7	3.4	0.6	NE	
12	-0.4	4.7	-5.2	-0.2	-	6.9	70.0	5.0	32.6	2.9	0.9	S	
13	4.5	11.6	-0.7	3.7	-	6.7	62.5	2.5	31.1	2.2	0.6	SSW	
14	0.0	1.8	-1.8	-0.1	-	0.1	91.0	47.0	78.7	5.0	0.8	ESE	
15	-4.1	2.4	-4.7	-1.9	-	5.6	83.5	37.5	65.2	3.9	0.5	SSW	
16	-3.2	2.9	-4.6	-1.6	-	7.5	79.0	41.0	66.8	3.4	0.7	SSW	
17	-1.8	2.6	-5.7	-1.9	-	5.6	70.0	29.5	52.0	2.1	0.3	SSW	
18	-8.2	0.1	-9.5	-6.1	-	7.9	50.5	30.0	42.4	1.7	0.4	S	
19	-6.1	4.1	-7.8	-3.3	-	8.3	57.5	35.5	46.8	3.1	0.6	NE	
20	-4.1	5.2	-5.2	-1.5	-	7.9	66.0	40.5	55.2	2.2	0.4	NE	
21	-3.2	4.8	-4.4	-0.7	-	7.4	89.5	46.0	64.5	1.0	0.2	ENE	
22	1.8	7.8	-1.2	2.6	-	4.0	93.0	60.0	82.5	2.0	0.3	S	
23	0.3	1.2	-2.5	-0.4	-	2.4	93.5	86.0	91.6	1.2	0.1	SSW	
24	-4.0	4.4	-4.6	-0.9	-	7.6	92.5	56.5	77.9	5.6	1.2	SW	
25	-2.8	-0.1	-7.4	-3.6	-	4.6	79.5	40.5	55.6	5.6	2.2	SSW	
26	-6.9	-5.1	-7.9	-7.0	-	5.5	64.0	35.5	50.2	8.5	1.8	NNE	
27	-7.4	2.0	-9.3	-5.3	-	9.0	65.0	28.5	44.7	4.3	0.8	NE	
28	-4.6	2.0	-9.1	-4.7	-	7.0	67.5	23.5	47.0	3.3	0.6	NE	
29	-4.0	6.3	-6.7	-1.9	-	9.1	60.0	26.0	48.2	1.5	0.3	NE	
30	-2.9	7.1	-4.2	-0.3	-	9.0	60.5	32.0	47.1	1.5	0.3	NE	
31	-2.7	7.0	-3.9	-0.3	-	9.2	80.0	43.5	62.2	1.4	0.2	SSW	
合計 平均	-3.1	3.6	-5.3	-1.9	-	199.8 6.4	72.2	32.4	54.1	3.6	0.7		

観測地点：総合気象 I 2013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 ²	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	-0.1	8.2	-2.7	1.6	-	7.2	88.5	39.0	59.5	1.9	0.3	SSW	観測機器の不良により日 射量・風向風速は欠測 気温・湿度は予備の別機 器による値(7日から)
2	5.6	12.9	1.8	6.3	-	6.9	93.0	30.5	64.8	4.6	1.1	SW	
3	2.5	9.2	0.5	3.7	-	9.5	87.5	11.5	50.9	3.5	0.7	S	
4	3.3	8.7	0.6	5.2	-	0.9	91.0	31.5	72.4	4.9	1.1	S	
5	1.2	7.9	0.6	2.9	-	7.4	91.5	43.0	71.0	2.5	0.4	SSW	
6	0.6	1.9	0.1	0.8	-	0.9	93.5	90.5	92.0	1.1	0.1	SSW	
7	0.0	4.2	-1.8	1.1	-	-	93.4	30.3	66.6	-	-	-	
8	-4.2	1.6	-7.8	-3.3	-	-	54.4	24.2	36.1	-	-	-	
9	-6.6	3.1	-7.8	-3.7	-	-	82.9	51.3	67.6	-	-	-	
10	-4.4	5.2	-6.6	-1.7	-	-	82.1	26.7	52.1	-	-	-	
11	-3.0	3.0	-6.0	-2.3	-	-	57.9	28.7	44.1	-	-	-	
12	-5.1	2.6	-7.0	-2.8	-	-	88.4	49.9	63.8	-	-	-	
13	-1.3	5.3	-2.4	0.3	-	-	91.3	41.7	64.7	-	-	-	
14	-1.3	8.1	-3.4	0.8	-	-	83.0	28.7	65.9	-	-	-	
15	0.8	1.5	-1.2	0.2	-	-	91.9	40.8	76.8	-	-	-	
16	-7.0	0.4	-9.3	-5.0	-	-	88.4	44.8	64.4	-	-	-	
17	-7.5	2.0	-9.2	-4.5	-	-	71.9	45.3	56.5	-	-	-	
18	-0.6	7.5	-2.7	2.5	-	-	93.1	50.2	80.1	-	-	-	
19	0.6	7.0	-2.3	1.0	-	-	92.9	57.3	84.5	-	-	-	
20	-6.2	1.1	-6.4	-3.3	-	-	91.9	38.2	64.7	-	-	-	
21	-5.1	1.6	-7.0	-3.8	-	-	52.5	35.6	41.9	-	-	-	
22	-5.8	2.6	-7.6	-3.4	-	-	72.7	29.5	44.8	-	-	-	
23	-4.8	4.6	-5.3	-1.8	-	-	54.9	26.9	42.2	-	-	-	
24	-4.1	-3.7	-8.1	-4.8	-	-	63.8	36.6	46.4	-	-	-	
25	-8.4	1.1	-9.5	-5.1	-	-	65.6	28.3	47.2	-	-	-	
26	-7.0	5.3	-8.2	-2.6	-	-	87.7	41.7	57.3	-	-	-	
27	1.1	9.9	-1.5	2.5	-	-	90.9	39.2	75.4	-	-	-	
28	1.3	9.4	-0.6	3.1	-	-	88.3	59.4	73.0	-	-	-	
合計 平均	-2.4	4.7	-4.3	-0.6	-	-	81.6	39.3	61.7	-	-		

観測地点：総合気象 I 2013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 ²	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	5.7	15.2	4.7	8.7	0.0	—	91.7	63.7	83.0	—	—	—	観測機器の不良により日射量・風向風速は欠測 気温・湿度は予備の別機器による値
2	5.6	12.9	4.3	8.0	0.0	—	89.7	79.2	86.4	—	—	—	
3	12.7	17.4	7.6	12.7	0.0	—	92.3	51.6	73.0	—	—	—	
4	11.7	18.2	6.5	12.0	0.0	—	94.0	44.9	78.5	—	—	—	
5	4.6	13.9	3.9	7.6	0.0	—	89.3	62.5	81.4	—	—	—	
6	3.2	14.7	2.5	7.3	0.0	—	90.7	59.1	82.4	—	—	—	
7	9.4	11.8	5.6	9.3	0.0	—	94.9	49.5	79.8	—	—	—	
8	5.4	15.9	4.7	7.9	0.0	—	78.3	52.3	64.6	—	—	—	
9	4.3	13.2	3.4	7.4	0.0	—	87.9	63.3	79.5	—	—	—	
10	11.5	12.8	8.6	10.5	0.0	—	92.7	64.9	83.2	—	—	—	
11	6.4	10.8	0.7	5.9	0.0	—	76.7	40.7	61.0	—	—	—	
12	0.5	8.0	-0.7	2.1	0.0	—	86.0	46.6	68.3	—	—	—	
13	-0.5	8.4	-1.2	1.8	0.0	—	82.0	49.7	66.8	—	—	—	
14	-0.8	9.8	-1.5	2.8	0.0	—	85.3	59.7	76.6	—	—	—	
15	3.5	5.1	0.7	3.2	0.0	—	93.5	83.0	90.1	—	—	—	
16	0.4	12.3	-0.3	4.1	0.0	—	87.0	62.8	79.7	—	—	—	
17	2.5	12.1	0.3	5.2	0.0	—	88.0	45.0	73.1	—	—	—	
18	6.5	11.7	1.7	6.0	0.0	—	74.7	39.6	54.7	—	—	—	
19	1.3	6.0	-0.1	1.7	0.0	—	59.6	36.1	48.2	—	—	—	
20	2.1	6.6	0.3	2.3	0.0	—	59.4	42.1	54.3	—	—	—	
21	2.1	10.6	1.3	3.8	0.0	—	59.3	34.5	52.1	—	—	—	
22	2.3	11.6	0.8	3.7	0.0	—	64.3	37.3	56.6	—	—	—	
23	0.5	12.1	0.0	3.9	0.0	—	82.3	48.9	65.2	—	—	—	
24	0.3	12.9	-0.9	3.7	0.0	—	75.3	41.1	57.4	—	—	—	
25	4.8	10.2	1.9	5.6	0.0	—	94.0	62.9	78.7	—	—	—	
26	6.2	9.1	0.5	5.5	0.0	—	68.0	32.2	42.6	—	—	—	
27	0.9	8.8	0.1	3.5	0.0	—	84.9	33.6	55.5	—	—	—	
28	3.9	6.0	-2.7	2.5	0.0	—	84.8	40.3	56.3	—	—	—	
29	-1.9	3.1	-3.9	-1.2	0.0	—	66.0	43.2	53.9	—	—	—	
30	-3.6	8.7	-4.0	0.0	0.0	—	70.9	43.5	58.8	—	—	—	
合計平均	3.7	11.0	1.5	5.3	0.0	—	81.4	50.5	68.1	—	—	—	

観測地点：総合気象 I 2013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 ²	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	1.6	10.7	-1.3	3.0	—	—	64.2	35.2	49.6	—	—	—	冬季のため降水量の観測 休止 観測機器の不良により日射量・風向風速は欠測 気温・湿度は予備の別機器による値
2	1.0	10.5	0.0	3.0	—	—	73.7	49.5	63.2	—	—	—	
3	-0.5	9.9	-1.0	2.4	—	—	79.9	49.2	67.4	—	—	—	
4	-1.3	8.7	-2.1	1.5	—	—	78.9	46.0	66.8	—	—	—	
5	0.0	10.8	-0.9	2.6	—	—	74.2	47.6	60.8	—	—	—	
6	5.0	7.4	1.3	4.1	—	—	60.8	34.5	49.7	—	—	—	
7	0.3	8.8	0.0	2.6	—	—	67.0	36.9	55.0	—	—	—	
8	0.0	7.0	-1.1	1.4	—	—	83.2	61.9	73.6	—	—	—	
9	-1.2	6.9	-1.5	1.7	—	—	82.4	54.6	69.9	—	—	—	
10	2.9	8.2	0.0	3.9	—	—	93.1	42.9	70.5	—	—	—	
11	-0.3	6.4	-1.8	0.9	—	—	78.6	41.7	58.8	—	—	—	
12	-2.0	1.3	-3.7	-1.8	—	—	72.8	47.5	56.2	—	—	—	
13	-1.1	1.0	-3.6	-1.5	—	—	78.6	47.2	60.5	—	—	—	
14	-3.1	0.6	-3.9	-2.2	—	—	55.1	45.0	51.5	—	—	—	
15	0.0	3.7	-1.8	0.5	—	—	56.1	27.3	40.3	—	—	—	
16	-3.2	6.0	-3.2	0.5	—	—	63.2	18.4	47.8	—	—	—	
17	-1.6	6.8	-1.7	1.1	—	—	84.5	55.7	66.5	—	—	—	
18	0.7	0.8	-1.1	-0.1	—	—	91.5	80.2	86.6	—	—	—	
19	0.8	2.7	-0.3	1.2	—	—	93.3	91.4	92.2	—	—	—	
20	-1.0	1.1	-3.2	-1.3	—	—	93.1	56.8	74.1	—	—	—	
21	-1.5	6.7	-2.0	0.5	—	—	70.7	51.9	63.1	—	—	—	
22	-3.6	5.9	-4.0	-1.1	—	—	76.9	37.1	58.4	—	—	—	
23	-5.0	5.1	-5.7	-1.6	—	—	86.1	57.8	75.4	—	—	—	
24	-4.5	5.8	-4.8	-1.7	—	—	78.1	36.1	61.8	—	—	—	
25	-5.5	5.1	-5.7	-1.9	—	—	79.6	55.9	67.4	—	—	—	
26	-0.2	5.3	-3.5	0.8	—	—	90.2	59.8	72.3	—	—	—	
27	1.2	4.9	-3.2	0.9	—	—	92.4	42.3	77.3	—	—	—	
28	-5.2	0.1	-6.8	-4.3	—	—	63.5	35.9	47.3	—	—	—	
29	-6.0	0.5	-7.1	-4.0	—	—	60.8	40.9	48.5	—	—	—	
30	-2.3	5.6	-5.5	-1.3	—	—	59.2	33.0	46.1	—	—	—	
31	0.0	5.9	-2.4	0.5	—	—	63.3	37.3	53.2	—	—	—	
合計平均	-1.1	5.5	-2.6	0.3	—	—	75.6	47.0	62.3	—	—	—	

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(2013年) —

佐藤美穂*

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

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。

蒸発量が不安定な値を示していたため、7月に蒸発計センサーの更新を行った。更新前の2013年1月1日から7月17日まで欠測とした。

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° 05' 50"、北緯 36° 07' 10"、標高 25 m
※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

データは表1のセンサーを用いて、データロガー(CR1000, キャンベル, USA)に以下のとおり記録した。

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

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	小型温湿度センサー(CVS-HMP-Dクリマテック)	正時の正10秒値
湿 度	小型温湿度センサー(CVS-HMP-Dクリマテック)	正時の正10秒値
降 水 量	転倒ます型雨量計(B-011-00横河電子機器)	前1時間積算値
蒸 発 量	磁歪式水位計(CMT-RH-M-20クリマテック)	正時毎の積算値
日 射 量	日射計感部(H2022横河電子機器)	正10秒毎の積算値
日照時間	日照計感部(H0621-10横河電子機器)	正10秒毎の積算値
風 向	風向風速センサー(CYG-5103クリマテック)	正時前10分ベクトル平均値
風 速	風向風速センサー(CYG-5103クリマテック)	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筑波実験林
305-8577 茨城県つくば市天王台1-1-1
E-mail：sato.miho.fm@un.tsukuba.ac.jp

- (6) 日射量
当日の日合計値をメガジュール(MJ/m²)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
風向の表示C (calm)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 データの回収

データの回収はパソコンにより行った。

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・平均：20%以上の欠測期間がある場合は、「-」の記号を記入、それ以下の場合に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()内に記入した。

筑波大学農林技術センターを利用した研究成果

2014年

I. 原著論文

1. Chutinanthakun T, Maninang JS, Sugaya S, Sekozawa Y and Gemma H 2014: TREE JOINTING AND BRANCH BENDING INFLUENCE ENDOGENOUS LEVELS OF HORMONES AND FLOWERING IN JAPANESE PLUM 'KIYO'. Acta Hort. (ISHS) 1042: 57-64
2. Mizuta D, Nakatsuka A, Ban T, Miyajima I and Kobayashi N 2014: Pigment Composition Patterns and Expression of Anthocyanin Biosynthesis Genes in *Rhododendron kiusianum*, *R. kaempferi* and their Natural Hybrids on Kirishima Mountain Mass, Japan. J Japan Soc Hort Sci 83(2): 156-162
3. Moriwaki S, Terada Y, Kose K, Haishi T and Sekozawa Y 2014: Visualization and Quantification of Vascular Structure of Fruit Using Magnetic Resonance Microimaging. Appl Magn Reson 45: 517-525
4. Nakajima Y, Asano A, Ishikawa N and Tajima A 2014: Factors involved in spontaneous discharge of gonadal germ cells from developing gonad of 7-day-old chick embryos. The Journal of Poultry Science 51: 416-423
5. Nakajima Y, Hattori T, Asano A, Ishikawa N and Tajima A 2014: Migration and differentiation of gonadal germ cells under cross-sex germline chimera condition in domestic chicken. Journal of Reproduction and Development 60: 406-410
6. Sbei H, Sato K, Shehzad T, Harrabi M and Okuno K 2014: Detection of QTLs for salt tolerance in Asian barley (*Hordeum vulgare* L.) by association analysis with SNP markers. Breed Sci 64: 378-388
7. Sbei H, Shehzad T, Harrabi M and Okuno K 2014: Salinity tolerance evaluation of Asian barley accessions(*Hordeum vulgare* L.) at the early vegetative stage. J Arid Land Studies 24-1: 183-186
8. Turki N, Shehzad T, Harrabi M, Tarchi M and Okuno K 2014: Variation in response to salt stress at seedling and maturity stages among durum wheat varieties. J Arid Land Studies 24-1: 261-264
9. Yabe S, Hara T, Ueno M, Enoki H, Kimura T, Nishimura S, Yasui Y, Ohsawa R and Iwata H 2014: Rapid genotyping with DNA micro-arrays for high-density linkage mapping and QTL mapping in common buckwheat (*Fagopyrum esculentum* Moench). Breeding Science 64(4): 291-299
10. Yonezawa T, Sunohara Y and Matsumoto H 2014: Involvement of nitrogen reductase in growth stimulation of maize seedling by 5-aminolevulinic acid. Weed Biology and Management. (doi:10.1111/wbm.12064)
11. 伊藤 睦・福田直也 2014：各種LEDを利用した終夜照明が茎ブロッコリーの側枝成長に及ぼす影響. 筑波大学農林技術研究 2：57-63
12. 熊田那央・藤岡正博・本山裕樹 2014：アユの大量放流はカワウのねぐらやコロニ-の分布に影響するか. 日本鳥学会誌 63(1)：23-32
13. 今泉文寿・外狩麻子 2014：山岳斜面における土砂移動の現地観測. 中部森林研究 62：77-80
14. 佐藤美穂 2014：植物見本園の樹木開花・開芽時期の変化. 筑波大学農林技術研究 2：41-55
15. 志水勝好・工藤綾子・熊谷彩子・加藤盛夫・石川尚人・曹 衛東 2014：塩水処理がケナフ (*Hibiscus cannabinus* L.) 発芽および生育に及ぼす影響. 熱帯農業研究 7：41-46
16. 志水勝好・柴山美智子・石川尚人 2014：飼料利用を考えた水田栽培ケナフ (*Hibiscus cannabinus* L.) の生育に及ぼす異なる灌漑条件の影響. 熱帯農業研究 7：1-6
17. 上治雄介・山川陽祐 2014：筑波大学井川演習林における気温の空間分布特性. 筑波大学農林技術研究 2：31-39
18. 杉山昌典・門脇正史 2014：インターネットを活用したヤマネ *Glirulus japonicus* の全国分布調査. 哺乳類科学 54(2)：269-277
19. 菅原慶子・軽部 潔・加藤盛夫・林 久喜 2014：特別栽培の継続が水稻の生育，収量および品質に及ぼす影響. 筑波大学農林技術研究 2：1-8
20. 石原祥子・清野達之 2014：Age Structure and Development Process of a Secondary Deciduous Broadleaf Forest in Central Japan. 筑波大学農林技術研究 29-18

21. 東 照雄(研究代表者)2014:人工林における間伐が土壌有機物の動態および森林による炭素吸収に及ぼす影響. 基盤研究(A) 科学研究費助成事業 研究報告書 6

II. 資料・総説

1. 井波明宏・門脇正史:筑波大学農林技術センター演習林気象報告ー川上演習林気象観測データ(2012年)ー. 筑波大学農林技術研究 2:65-72
2. 佐藤美穂:筑波大学農林技術センター演習林気象報告ー筑波実験林気象観測データ(2012年)ー. 筑波大学農林技術研究 2:81-88
3. 上治雄介:筑波大学農林技術センター演習林気象報告ー井川演習林気象観測データ(2012年)ー. 筑波大学農林技術研究 2:73-80
4. 林 久喜 2014:農業の豊かな環境との調和を求めて. 農作業研究 49(3):131-133

III. 口頭発表

1. Eze C, Ogbonna J and Aoyagi H 2014: A novel vertical flat plate airlift photobioreactor with inclined broth circulation guide in the down comer column for biodiesel production. 66th SBJ Annual Meeting
2. Fujimori S, Abe JP and Yamaoka Y 2014: More than one species of the genus *Epulorhiza* (Tulasnellaceae, Basidiomycota) can colonize orchid mycorrhiza in Chinese spiranthes. IMC10
3. Fukuda H, Nakajima Y, Asano A, Ishikawa and Tajima A 2014: Study on Migratory Ability of Gonadal Germ Cells (GGCs) from 7- day-old Chick Embryos. APPC2014. Cheju, Korea.
4. Hoshikawa K, Shikata M, Ariizumi T, Fukuda N, Kanayama Y, Kubo Y, Aoki K and Ezura H 2014: National BioResource Project-Tomato in Japan: Collection of 'Micro-Tom' mutants and genome information. The 6th Asian Network of Research Resource Centers (ANRRC) International Meeting
5. Inazaki F, Koyama S, Kato M and Hayashi 2014: Effects of Rice Husk Charcoal on Growth and Yield of Rice in an Andosol Soil. Ag-ESD Symposium 2014
6. Kanbe H and Asano A 2014: Presence of membrane microdomains and its changes following by cryopreservation in chicken sperm. KU-UT Student Symposium Kasetsart University, Thailand
7. Kanbe H, Ishihara S, Ishikawa N, Tajima A and Asano A 2014: Membrane microdomains are present and compositionally altered following by cryopreservation in avian sperm. 10th Asia Pacific Poultry Conference, Jeju, Korea
8. Kanbe H, Shinya Ishihara S, Tajima A, Ishikawa N and Asano A 2014: Membrane microdomains are present and compositionally altered following by cryopreservation in avian sperm. Ag-ESD Symposium University of Tsukuba, Japan
9. Katagiri T, Koyama S, Kato M and Hayashi H 2014: Effects of Rice Husk Charcoal on the Growth and Yield of Rice, and Soil Physical Properties in Paddy Field. UT-KU Internship Program Conference in 2014. バンコク、カセサート大学
10. Katoh H, Yokoshima M, Kimura S, Furukawa J, Tomita-Yokotani K, Yamaguchi Y and Takenaka H 2014: Utilization of the terrestrial cyanobacteria. 40th COSPAR (Committee on Space Research) scientific assembly (Moscow・August), F4.1-0004-14.
11. Katoh H, Yokoshima M, Kimura S, Furukawa J, Tomita-Yokotani K, Yamaguchi Y and Takenaka H 2014: Utilization of the terrestrial cyanobacteria. 44th International Conference on Environmental Systems (Arizona・July), ICES-2014-255
12. Koyama S, Katagiri T, Kato M and Hayashi H 2014: Can 'Kuntan', Carbonized Rice Husk Application Mitigate Global Warming and Improve Crop Productivity?. Ag-ESD Symposium 2014
13. Mizuta D, Ueno S, Yajima N and Ohsawa R 2014: Expression Analysis of Genes Associated With the Double-Flowered Trait in *Primula sieboldii* E. Morren. 29th International Horticultural Congress 2014 Program: p155
14. Nakajima Y, Asano A, Ishikawa N and Tajima A 2014: Development of a complete system to conserve poultry genetic resources using cryopreserved gonadal germ cells (GGCs) and spermatozoa. 10th Asia Pacific

Poultry Conference, Jeju, Korea

15. Nakidakida TG, Kato M and Hayashi H 2014: Effects of Integrated Application of Composts and Chemical Fertilizer on Nitrogen Recovery, Internal Nitrogen Use Efficiencies and Yield of Potato (*Solanum tuberosum*) in an Andosol Soil. Ag-ESD Symposium 2014
16. Nakidakida TG, Kato M and Hayashi H 2014: Effects of integrated compost and chemical fertilizer application on the yield, nitrogen recovery and nitrogen internal use efficiency of potato (*Solanum tuberosum*) in an Andosol soil. 日本農作業学会平成26年度春季大会 神戸大学農学部
17. Nishi M, Saito A and Hayashi H 2014: Educational Activities for 'Shokuiku' using Millets in Elementary Schools in Japan. UT-KU Internship Program Conference in 2014. バンコク、カセサート大学
18. Sbei H, Sato K, Shehzad T, Harrabi M and Okuno K 2014: Association mapping for salinity tolerance in barley. The 125th meeting of Japanese Society of Breeding
19. Suszuki R, Tajima A and Onuma M 2014: Transformation of chicken somatic cells using circular DNA. APPC2014. Cheju, Korea.
20. Tomita-Yokotani K, Abe Y, Kimura S, Sato S, Baba K, Katoh H, Suzuki T and Katayama T 2014: The contribution of woody plant materials on the several conditions in a space environment. 40th COSPAR (Committee on Space Research) scientific assembly (Moscow · August), F4.4-0018-14
21. Tomita-Yokotani K, Chida Y, Motohashi K, Sato S, Baba K, Katoh H, Suzuki T, Katayama T, Fujii Y and Tree working group (Cosmo Bon) 2014: Importance of election of species for utilization of tree in the space environment. 44th International Conference on Environmental Systems (Arizona · July), ICES-2014-126.
22. Tomita-Yokotani K, Kimura Y, Kimura S, Abe Y, Ajioka R, Sato S, Katoh H and Yamashita M 2014: Evaluation of functional substances in the selected food materials for space agriculture. 40th COSPAR (Committee on Space Research) scientific assembly (Moscow · August), F4.1-0005-14
23. Turki N, Shehzad T, Harrabi M and Okuno K 2014: Detection of QTLs associated with salinity tolerance in durum wheat (*Triticum turgidum* L. var durum) based on association analysis. The 125th meeting of Japanese Society of Breeding
24. Wang HW, Sugaya S and Sekozawa 2014: Effects of 1-MCP treatment on Fruit Quality of Blackberries during Postharvest Storage. 園芸学会平成26年度春季大会
25. Xue Zhang, Shimizu K and Nomura K 2014: Proton-ATP is involved in the mechanism of alkali tolerance in alkaligrass. Annual Meeting of JSPP.
26. 阿部友亮 2014：閉鎖生態系導入に最適な生物活性を指標としたマメザクラ (*Prunus incisa*) 株の探索. 平成26年度先導的研究者体験プログラム 研究発表会
27. 綾塚達郎・臼井靖浩・酒井英光・常田岳志・中村浩史・福岡峰彦・吉本真由美・長谷川利拡・永西 修・加藤盛夫・浅野敦之・田島淳史・石川尚人 2014：高濃度CO₂条件が栽培2週間の再生イネ収量に及ぼす影響. 第118回日本畜産学会 つくば国際会議場
28. 綾塚達郎・臼井靖浩・酒井英光・常田岳志・中村浩史・福岡峰彦・吉本真由美・長谷川利拡・永西 修・加藤盛夫・浅野敦之・田島淳史・石川尚人 2014：開放系大気CO₂増加が食用米収穫後の再生イネの成長に及ぼす影響. 日本畜産学会大会講演要旨 つくば国際会議場
29. 羽方大貴・門脇正史・杉山昌典・諸澤崇裕 2014：空間明示型モデルによるヤマネの行動圏と生息密度推定. Estimation of density and home range size in the Japanese dormouse (*Glirulus japonica*) by spatially explicit capture-recapture model. 2014年度年次研究報告会JALPS (地球再生プログラム) ES2
30. 横島美香・藤森祥平・野田宗弘・篠崎 聡・佐藤誠吾・富田-横谷香織 2014：細胞壁構築成分を指標とした糸状菌エンドファイトの菌体量. 植物化学調節学会第49回大会 研究発表記録集：p.108
31. 加藤 浩・横島美香・木村駿太・古川 純・富田-横谷香織 2014：陸生ラン藻の有効利用. 2014生態工学会年次大会(静岡・6月) P05
32. 加藤 浩・横島美香・木村駿太・古川 純・富田-横谷香織 2014：陸生ラン藻の有効利用. 第58回宇宙科学技術連合講演会(長崎・11月) OS07-2 2D11

33. 加藤 浩・横島美香・木村駿太・古川 純・富田-横谷香織・山口祐司・竹中裕行 2014：陸生ラ
ン藻の有効利用. 日本宇宙生物科学会第28回大会(大阪・9月) P21
34. 加藤 浩・横島美香・木村駿太・古川 純・富田-横谷香織・山口祐司・竹中裕行 2014：陸生ラ
ン藻の有効利用. 日本地球惑星科連合2014年大会(神奈川・5月) H-CG38-03
35. 加藤盛夫・植田智美・齋藤直人・永西 修・林 久喜 2014：飼料用イネ品種の疎植栽培におけ
る1株植付本数が子実収量と飼料成分に及ぼす影響. 日本作物学会第238回講演会要旨集：79.
36. 加藤盛夫・植田智美・齋藤直人・永西 修・林 久喜 2014：疎植栽培における1株植付本数が
飼料用イネ品種の生育と乾物収量に及ぼす影響. 日本作物学会紀事 83(別号1)：286-287.
37. 関根さゆり・下野綾子・下野嘉子・大澤 良 2014：ライグラス類における移入集団と逸出集団
間の遺伝子流動の制限要因. 日本雑草学会第53回大会
38. 今泉文寿・西井稜子・上野健一・黒部皓生 2014：山岳域における森林伐採が冬季の微気象・土
砂移動へ及ぼす影響. 日本地球惑星科学連合2014年度連合大会 ACG33-P02
39. 佐々木啓介・本山三知代・成田卓美・田川佳男・吉村 望・青木玲二・大江美香・萩 達朗・守
谷直子・尾嶋孝一・高山喜晴・中島郁世・小林美穂・室谷 進・野村 将・鈴木チセ・田島淳史・
千国幸一 2014：ブロイラーと地鶏肉の違いを表す食感評価用語. 日本畜産学会大会講演要旨
つくば国際会議場
40. 山川陽佑・堀田紀文・経隆 悠 2014：南アルプス破碎帯流域における降雨流出特性―大井川水系・
東河内沢流域における観測事例―. 中部山岳地域環境変動研究機構2014年度年次研究報告会
WM33
41. 山川陽佑・堀田紀文・経隆 悠 2014：南アルプス破碎帯流域における水・土砂流出特性の解析
―大井川水系・東河内沢流域における観測事例―. 第4回中部森林学会大会
42. 四方雅仁・星川 健・有泉 亨・福田直也・久保康隆・金山喜則・青木 考・江面 浩 2014：
トマト研究推進のための変異体およびDNAリソース整備. 第32回日本植物細胞分子生物学会大
会
43. 四方雅仁・星川 健・有泉亨・福田直也・久保康隆・金山喜則・青木 考・江面 浩 2014：ナショ
ナルバイオリソースプロジェクト「トマト」におけるMicro-Tomを基盤としたトマトリソースの整
備. 日本農芸化学会2014年度大会
44. 四方雅仁・星川健・有泉亨・福田直也・久保康隆・金山喜則・青木 考・江面 浩 2014：ナショ
ナルバイオリソースプロジェクト「トマト」におけるMicro-Tomトマト変異体リソースの整備. 第
55回日本植物生理学会年会
45. 志水勝好・柴山美智子・山ノ内真恵・小関里奈・石川尚人 2014：刈取り高さが畑地および水田
で栽培されたケナフ (*Hibiscus cannabinus* L.) の地上部収量に及ぼす影響. 日本作物学会. 日作紀
83別号1：326-327
46. 志水勝好・柴山美智子・石川尚人 2014：ケナフの形態・生理に関する研究 第十三報 飼料利
用を考えた水田栽培ケナフ (*Hibiscus cannabinus* L.) の生育に及ぼす異なる灌漑条件の影響. 日本
熱帯農業学会. 熱帯農業研究 7(別1)：21-22
47. 篠遠善哉・久保田亜希・近藤始彦・丸山幸夫 2014：堆肥施用によるトウモロコシの土壌水分ス
トレス軽減効果の解析―光合成, クロロフィル蛍光特性および炭素同位体分別―. 日本作物学会
紀事 83(別1)：234-235
48. 秋葉よしえ・片桐孝志・山本倫成・田島淳史・本間秀彌 2014：農場で生産された生乳を活用し
た公開講座の実施. 実験・実習技術研究会 岩手大学
49. 春日雄樹・後藤正和・阿拉騰達来・川村健介・阿拉塔・浅野敦之・田島淳史・石川尚人 2014：
リン酸施肥が内蒙古草原における草量および植物中リン含有率に及ぼす影響. 日本畜産学会大会
講演要旨 つくば国際会議場
50. 上野健一・黒部皓生・今泉文寿・西井稜子 2014：中部山岳域の急斜面における森林伐採が凍結
融解に及ぼす影響. 雪氷研究大会 P2-64
51. 森脇 聡・寺田康彦・巨瀬勝美・瀬古沢由彦 2014：MR microimagingによる種なしカキの種子退
化課程の観察. 第18回NMRマイクロイメージング研究会 P15-18

52. 森脇 聡・寺田康彦・巨瀬勝美・拝師智之・瀬古澤由彦 2014：MR microimagingによる果実維管束構造の可視化と定量的評価. 園芸学会平成26年度春季大会研究発表 P96
53. 森脇 聡・寺田康彦・巨瀬勝美・拝師智之・瀬古澤由彦 2014：マイクロイメージングにおけるセグメンテーション誤差の検討. 第42回日本磁気共鳴医学会大会 P420
54. 森脇 聡・薄井実香・玉田大輝・寺田康彦・巨瀬勝美・瀬古澤由彦 2014：MRIを用いたニホンナシ果実維管束構造の解析. 園芸学会平成26年度秋季大会 果003:P90
55. 神戸 瞳・石原慎矢・石川尚人・田島淳史・浅野敦之 2014：ニワトリ精子における膜ラフトの存在及び凍結保存による特性変化. 春季日本家禽学会 筑波大学
56. 星川 健・四方雅仁・有泉 亨・福田直也・金山喜則・久保康隆・青木 考・江面 浩 2014：ナショナルバイオリソースプロジェクト「トマト」における整備状況と将来の展望. 園芸学会平成26年度春季大会
57. 星川 健・四方雅仁・有泉 亨・福田直也・金山喜則・久保康隆・青木 考・江面 浩 2014：ナショナルバイオリソースプロジェクト「トマト」の成果と展望. 日本育種学会第125回講演会
58. 西井稜子・今泉文寿 2014：南アルプスにおける過去40年の大規模崩壊の発生状況と土砂生産. 日本地球惑星科学連合2014年度連合大会 HDS29-P02
59. 斉木理彩・野村 将・萩 達郎・成田卓美・小林美穂・橘内克弘・田島淳史 2014：チーズの熟成促進機能を有する非スターター性乳酸菌の分離および特性解明. 日本畜産学会大会講演要旨つくば国際会議場
60. 中島友紀・Villareal MO・磯田博子・浅野敦之・石川尚人・田島淳史 2014：雌雄のニワトリ胚に存在する生殖細胞における遺伝子発現パターンの解析. 第107回日本繁殖生物学会 帯広畜産大学
61. 中島友紀・Villareal MO・水野恵理子・磯田博子・浅野敦之・石川尚人・田島淳史 2014：ニワトリ生殖巣生殖細胞における胚発生に伴う遺伝子発現の変動解析. 春季日本家禽学会 筑波大学
62. 中島友紀・水野恵理子・浅野敦之・石川尚人・田島淳史 2014：ニワトリ生殖腺における雌分化抑制を及ぼすアロマトーゼ阻害剤投与条件の検討. 第118回日本畜産学会 つくば国際会議場
63. 中島友紀・浅野敦之・石川直人・田島淳史 2014：ニワトリ生殖巣生殖細胞を単独移植した場合における移住・増殖能の解析. 秋季日本家禽学会 鹿児島大学
64. 藤森祥平 2014：ネジバナの菌根菌. ラン懇話会69回大会
65. 藤森祥平・阿部淳一・山岡裕一 2014：Epulorhiza属の種分類における数珠状細胞形態の重要性について. 日本菌学会58回大会
66. 藤森祥平・阿部淳一・ピーター・遊川知久・木下晃彦・山岡裕一 2014：ネジバナの菌根菌 *Epulorhiza repens* で見られたrDNA ITS領域塩基配列の多型について. 平成26年度日本菌学会関東支部年次大会
67. 八木浩司・佐藤 剛・今泉文寿・林 一成 2014：重力性山体変形現象の発生時間スケールと地震—静岡県口坂本地すべり上部～山伏にかけての稜線での掘削調査—. 日本地理学会2014年春季学術大会
68. 八木浩司・林 一成・今泉文寿・佐藤 剛・檜垣大助 2014：重力性山体クリーブ変形の限界領域を示す地形量としての起伏度, 山体釣鐘形状度, 山体歪み度. 日本地球惑星科学連合2014年度連合大会 HDS29-P05
69. 樋口桃子・坂上潤一・丸山幸夫 2014：NERICAの葯および花粉形態, 受粉特性に及ぼす穂ばらみ期および開花期の土壌水分ストレスの影響. 日本作物学会紀事 83(別1)：162-163
70. 富田-横谷香織・阿部友亮・佐藤誠吾・長谷川洋一・染郷正孝・馬場啓一・加藤浩・鈴木利貞・片山健至・CosmoBon 2014：宇宙環境実験に最適なマメザクラ(*Prunus incisa*)株の作出 日本宇宙生物科学会第28回大会 大阪
71. 富田-横谷香織・阿部友亮・佐藤誠吾・馬場啓一・加藤 浩・鈴木利貞・片山健至 2014：サクラ属樹木の閉鎖生態系導入のためのモデル化. 第58回宇宙科学技術連合講演会 長崎
72. 富田-横谷香織・阿部友亮・木村駿太・佐藤誠吾・馬場啓一・加藤 浩・鈴木利貞・片山健至 2014：樹木盆栽(CosmoBon)を用いた宇宙船内環境改善の検証：CosmoBon. 第15回宇宙科学シン

ポジウム 相模原

73. 富田-横谷香織・馬場啓一・加藤 浩・鈴木利貞・片山健至・樹木 WG 2014：閉鎖生態系システムにおける樹木利用研究の発展性. 2014生態工学会年次大会 静岡
74. 富田-横谷香織・阿部友亮・木村駿太・加藤 浩・馬場啓一・鈴木利貞・片山健至 2014：宇宙環境における樹木研究. RT 宇宙環境利用科学シンポジウム 相模原
75. 米澤朋起・春原由香里・松本 宏 2014：5-アミノレブリン酸によるトウモロコシの成長促進効果へのヘムの関与. 日本雑草学会第53回大会
76. 望月玲於・山下綾子・青柳秀紀 2014：ストロンチウムがツバキ花粉の生理活性に及ぼす影響の解析. 平成26年度日本花粉学会大会
77. 望月玲於・山下綾子・青柳秀紀 2014：セシウムが花粉の生理活性に及ぼす影響の解析. 平成26年度日本花粉学会大会
78. 落合菜知香・山崎晃司・藤岡正博 2014：定着初期段階におけるアライグマの生息分布と繁殖状況. 第61回日本生態学会日本生態学会 PB2-158
79. 林 一成・八木浩司・佐藤 剛・今泉文寿・檜垣大助 2014：地すべり危険度評価に用いる地形量としての山体釣鐘形状度の修正. 第53回(公社)日本地すべり学会研究発表会 P-21
80. 鈴木浩之 2014：Species composition and patterns of occurrence of Coleosporium species on needles of *Pinus densiflora* in Sugadaira Montane Research Center, University of Tsukuba, Nagano, Japan. 第10回国際菌学会
81. 澤戸利衣・阿拉騰達来・永西 修・後藤正和・浅野敦之・田島淳史・石川尚人 2014：高栄養飼養条件が内蒙古在来品種スニトヒツジの排卵数におよぼす影響. 日本畜産学会大会講演要旨 つくば国際会議場
82. 藏満司夢 2014：オトシブミ類の卵寄生蜂 *Poropoea morimotoi* (Trichogrammatidae) と寄主の揺籃サイズの関係. 第74回日本昆虫学会小集会「寄生性蜂類の集い」

IV. 博士論文

生命環境科学研究科

Hanan Sbei：Genetic analysis of salt tolerance in Asian germplasm of barley

Nejla Turki：Mapping and analysis of QTLs for tolerance to salinity in durum wheat

Nyo Nyo Thet：Isolation of Previously Uncultured Rumen Bacteria by Using Modified Media. (改良した培地による未培養ルーメン細菌の分離)

黒部皓生：森林伐採に伴う微気象変化と表層土壌の凍結融解作用へ影響

織部治夫：ホルスタイン種雌牛の成長過程における飼料中第一胃分解性および非分解性タンパク質の構成割合に関する栄養学的研究

新開純代：Caldicellulosiruptor bescii 分泌タンパク質のセルロース糖化機能解析

中島友紀：ニワトリ初期胚に存在する生殖巣生殖細胞を利用した鳥類遺伝資源の長期保存および個体復元システムの構築

米澤朋起：5-アミノレブリン酸による作物の成育促進効果へのヘムタンパクと窒素代謝の関与

V. 修士論文

生命環境科学研究科

MITIO HH：Study on Sugar Metabolism of Japanese Pear Buds during Dormancy Period under Mild Winter Conditions

WANG HW：The Development and Maturity of Blackberry Fruits and the Effect of Different Storage Conditions of Fruit Quality

吉村 望：新規乳発酵スターターの選抜と特性評価

興野若菜：内蒙古典型草原における地上部生産量と土壌成分(窒素およびリン)の関係について

高橋直人：殺菌剤オリサストロビンによるストレス軽減を通じたイネ生育促進作用の発現機序

黒部皓生：森林伐採に伴う微気象変化と表層土壌の凍結融解作用へ影響

篠遠善哉：トウモロコシの生育および収量に及ぼす灌漑間隔と堆肥施用の影響

植田智美：疎植栽培が草型の異なる飼料用イネ品種の生育、乾物収量および飼料成分に及ぼす影響の解明

千田ゆかり：サクラ属樹木Prunus sp. TP-18由来の有用機能性物質に関する研究

藤森祥平：夏咲きおよび秋咲きネジバナから分離した菌根菌Epulorhiza属の分類学的所属

樋口桃子：NERICAの穎花形成、稔実、登熟に及ぼす土壤水分ストレスの影響

風戸恵津子：カラマツ人工林における間伐が土壌呼吸と森林の炭素収支に及ぼす影響

服部徹也：ホルスタイン搾乳牛における左右選択行動に関する研究

保田伊代：再生イネの飼料化によるメタン発生削減効果の評価

木村弥瑛：中国内蒙古自治区ハルゴビガチャにおけるウジムチンヒツジの双子生産放牧システムの特徴および双子率増加の栄養学的要因解明(平成24年度専攻長表彰)

鈴木浩之：Coleosporium属菌のアカマツ上での分布制限要因の解明

鈴木美穂：エジプトナイルデルタ地域における気温および灌水条件がトウモロコシ(Zea mays L.)茎葉部の飼料価値に及ぼす影響

VI. 卒業研究

生物資源学類

稲崎史光：粃殻くん炭がイネの生育・収量に与える影響の解明

永井博也：ソバの標準連鎖地図の作成と遺伝解析への応用

古木香名：草原を利用する鳥類と本州高標地域の牧草地の関係

今野玲音：自由行動時のホルスタイン搾乳牛における定位行動

佐藤文香：エジプト・ナイルデルタにおける水稻の生育、収量および水利用効率に及ぼす灌漑間隔の影響

作田雄紀：ナンヨウアブラギリの挿木繁殖において花芽形成が見られた挿木の形態的特徴について

山内実月：ソバの生態型分化に関わる集団内花粉流動の解析

神戸 瞳：ニワトリ精子細胞マイクロドメインの存在及び凍結保存による特性変化

谷島希望美：サクラソウ花冠における色素合成関連遺伝子の発現を調節する転写因子の探索

渡邊郁美：クリンソウの異形花柱の崩壊の程度と遺伝的多様性の関係について

嶋村江莉奈：塩類集積がケンタッキーブルーグラス(Poa pratensis L.)の生育に及ぼす影響

福田はるか：ニワトリ7日胚の生殖巣生殖細胞(GGCs)の移住能に関する研究

鈴木 麗：ニワトリの培養体細胞に対する環状DNA導入条件の検討

齋藤直人：疎植栽培における1株植付本数が飼料用イネの乾物生産に及ぼす影響

静岡大学農学部

佐藤利未：貨幣経済の浸透は自然と社会の関係をどう変えたのか？—静岡市井川地区における農林産物を通じた人びとの生計の立て方の変遷から—

信州大学農学部

藤井佑太：温暖化環境下における常緑性と落葉性のブナ科実生の成長予想

筑波大学農林技術研究 投稿規定

Tsukuba Journal of Agriculture and Forestry

1. 「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。
 - (1) 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。
 - (2) 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。
 - (3) 技術報告は、実用性の高い技術に関するものとする。
 - (4) 資料は、農林学に関する新たな情報や資料とする。
2. 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。
3. 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。
4. 「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およびつくりポジトリ (Tulips-R) で公表する。この場所以外でのweb 公開などを禁ずる。
5. 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。
6. 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。
7. 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。
10. 原稿は、電子ファイルで投稿する。
11. 著者負担費用は以下の通りとする。
 - (1) 原稿の投稿料は無料とする。
 - (2) 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。
 - (3) 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。
 - (4) 別刷は有料とする。
12. 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。
13. 「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。
14. 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。
15. 最終原稿の締切日は編集委員会の指定した日とする。
16. 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。
17. 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

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

平成27年 7 月31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。句点に“.”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¹、²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、“*、**、¹、²”とし、“^x、^y、^z”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

筑波大学農林技術研究 第3号

発行 平成27年3月31日
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
電話 029-853-2596
印刷所 アシストプロ株式会社