

# 日本農業気象学会関東支部

## 2017 年度例会

### 一般講演要旨集

#### 第 14 号

2017 年 11 月 17 日(金)  
明治大学 黒川農場  
(〒215-0035 神奈川県川崎市麻生区黒川 2060-1)

主催：日本農業気象学会関東支部  
協賛：日本農業気象学会リモートセンシング・GIS 研究部会  
東京大学大学院農学生命科学研究科アグリコクーン 農学における情報利用研究 FG

## 目次

例会案内・プログラム	1
一般講演要旨	
① 諏訪湖におけるメタンフラックスの時空間変動と制御要因 中澤琴美、岩田拓記(信州大学)、平田竜一、高橋善幸(国立環境研究所)、 宮原裕一(信州大学)	3
② 諏訪湖における湖水中のメタン動態 佐藤媛香、岩田拓記(信州大学)、伊藤雅之(京都大学)、宮原裕一、 中澤琴美(信州大学)	4
③ LAKE2.0 モデルによる諏訪湖の水温プロファイルの再現性 小林大曙、岩田拓記、宮原裕一(信州大学)、Victor Stepanenko (Lomonosov Moscow State University)	5
④ アカマツ林生態系における樹冠と林床からの水蒸気・CO <sub>2</sub> フラックスへの寄与 鈴木拓海、岩田拓記(信州大学)、高梨 聡、深山貴文(森林総合研究所)	6
⑤ ライダーおよび SfM を用いた地上における植生の 3 次元計測手法の比較研究 板倉健太、鎌倉以直、細井文樹(東京大学)	7
⑥ 安価なカメラモジュールを用いた表面土壌水分量の計測 小林智生、松岡延浩、間野正美(千葉大学)	8
⑦ 千葉県八街市で観測されるダストについて 松岡延浩、清水雅宏、間野正美(千葉大学)、鈴木 純(信州大学)、 大澤和敏(宇都宮大学)、木村玲二(鳥取大学)	9
⑧ 関東地方における最近の農業気象災害について 横山 仁、鈴木真一、出世 ゆかり、中村一樹、津野誠司、岩波 越 (防災科学技術研究所)	10
⑨ 水熱分解液肥がレタス水ストレスに及ぼす影響 蜷木朋子、小沢 聖、竹迫 紘(明治大学)、七夕小百合(茨城大学)、 藤原俊六郎(明治大学)	11
⑩ 吸水ポリマーを利用した人尿栽培とその展望 富田恭央、小沢 聖(明治大学)、足立寛一(エクセルシア)、中原由紀子 (のりくら高原環境協会)、吉成幸之助(明治大学)	12
⑪ 夏季の側枝 2 本仕立て苗を用いた低段密植栽培における品種の違いがミニ トマトの収量に及ぼす影響 松本浩平、伊藤善一、元木 悟(明治大学)	13
⑫ 台木用カボチャ苗の胚軸伸長を促進する LED 光照射法の開発 陳 元浩、松田 怜、富士原 和宏(東京大学)	14

## 日本農業気象学会関東支部 2017 年度例会

日程：2017 年 11 月 17 日(金)

会場：明治大学 黒川農場

(〒215-0035 神奈川県川崎市麻生区黒川 2060-1)

### プログラム

#### 10:00～12:35 一般講演発表会(発表 10 分、質疑 2 分)

1. 10:00～10:12

諏訪湖におけるメタンフラックスの時空間変動と制御要因

中澤琴美、岩田拓記(信州大学)、平田竜一、高橋善幸(国立環境研究所)、  
宮原裕一(信州大学)

2. 10:13～10:25

諏訪湖における湖水中のメタン動態

佐藤媛香、岩田拓記(信州大学)、伊藤雅之(京都大学)、宮原裕一、  
中澤琴美(信州大学)

3. 10:26～10:38

LAKE2.0 モデルによる諏訪湖の水温プロファイルの再現性

小林大曙、岩田拓記、宮原裕一(信州大学)、Victor Stepanenko(Lomonosov  
Moscow State University)

4. 10:39～10:51

アカマツ林の林床からの蒸発量に影響を与える要因

鈴木拓海、岩田拓記(信州大学)、高梨 聡、深山貴文(森林総合研究所)

5. 10:52～11:04

ライダーおよび SfM を用いた地上における植生の 3 次元計測手法の比較研究

板倉健太、鎌倉以直、細井文樹(東京大学)

6. 11:05～11:17

安価なカメラモジュールを用いた表面土壌水分量の計測

小林智生、松岡延浩、間野正美(千葉大学)

7. 11:18～11:30

千葉県八街市で観測されるダストについて

松岡延浩、清水雅宏、間野正美(千葉大学)、鈴木 純(信州大学)、大澤和敏  
(宇都宮大学)、木村玲二(鳥取大学)

8. 11:31～11:43

関東地方における最近の農業気象災害について

横山 仁、鈴木真一、出世 ゆかり、中村一樹、津野誠司、岩波 越  
(防災科学技術研究所)

9. 11:44～11:56

水熱分解液肥がレタス水ストレスに及ぼす影響

蜷木朋子、小沢 聖、竹迫 紘 (明治大学)、七夕小百合 (茨城大学)、  
藤原俊六郎 (明治大学)

10. 11:57～12:09

吸水ポリマーを利用した人尿栽培とその展望

富田恭央、小沢 聖 (明治大学)、足立寛一 (エクセルシア)、中原 由紀子  
(のりくら高原環境協会)、吉成幸之助 (明治大学)

11. 12:10～12:22

夏季の側枝 2 本仕立て苗を用いた低段密植栽培における品種の違いがミニマト  
の収量に及ぼす影響

松本浩平、伊藤善一、元木 悟 (明治大学)

12. 12:23～12:35

台木用カボチャ苗の胚軸伸長を促進する LED 光照射法の開発

陳 元浩、松田 怜、富士原 和宏 (東京大学)

12:40～13:30 休憩 (昼食・関東支部評議員会)

13:30～13:55 関東支部総会

14:00～15:30 特別講演

テーマ: 環境共生をコンセプトとした都市農業の新展開

1. 水熱分解の農業への利用

藤原 俊六郎 (明治大学 黒川農場)

2. 計画外研究から生まれた ICT 養液土耕支援システムゼロアグリ

小沢 聖 (明治大学 黒川農場)

15:40～16:50 明治大学黒川農場施設見学会

17:00～19:00 懇親会

## 諏訪湖におけるメタンフラックスの時空間変動と制御要因

○中澤琴美 (信州大・理), 岩田拓記 (信州大・理), 平田竜一 (国立環境研),  
高橋善幸 (国立環境研), 宮原裕一 (信州大・山岳科学研)

### 1. はじめに

淡水地の堆積物中のような嫌気的な環境は, メタン生成に適しており (Megonigal et al., 2006), 湖は重要なメタン放出源である (Bastviken, 2010). 水中からのメタンの放出には, 溶存メタンの水面からの拡散放出, 植物体内を通過しての放出, バブル放出の 3 つの放出プロセスがある (Bastviken, 2010). 特にバブル放出は, 突発的, そして散在的に起こる. 渦相関法はそのような散在的な放出の測定に有利である. しかし, 渦相関法を用いた湖でのメタンフラックスの測定 (Eugster et al., 2011; Schubert et al., 2012; Podgrajsek et al., 2014; Podgrajsek et al., 2016) は少ない. 本研究では, 渦相関法を用いて諏訪湖からのメタン放出の季節変化と日変化, またその制御要因を明らかにすることを目的とする.

### 2. 観測サイトと観測方法

諏訪湖は, 長野県岡谷市と諏訪市にまたがる平均水深約 4m の浅い湖である (宮原・小松, 2011). 本研究では南東側の湖岸にある栈橋にて観測を行った.

メタンフラックスは, メタン計 (Li-7700), 超音波風速計 (CSAT3) のデータから渦相関法により算出した. 合わせて, 他の気象, 湖内環境の観測 (風向, 風速, 水温, 水位, 気圧) も行った. 本研究では, 2016 年 6 月 4 日から 2017 年 9 月 30 日までのデータを使用した.

### 3. 結果と考察

メタンフラックスは, 風向によって大きく異なり, 観測マストから 330-360° の方角で特に大きな放出が見られた. この方向には連続的なバブル放出エリアが存在し, そのバブルのメタン濃度は約 87%であった. 330-360° の方角で見られた大きい放出はメタンバブルによる影響であることがわかった. そこで, 風向 330-360° のデータを連続的なバブルの影響を含むフラックス, 風向 230-310° のデータを典型的な湖からのフラックスとして, 別に解析を行った.

連続的なバブルの影響を含むフラックスは, 夏から秋に向けて小さくなり, また秋から次の夏に向け徐々に大きくなる季節変化となった. 月平均のメタンフラックスは, 湖底における全静圧と負の相関が見られた. 湖底での圧力がバブルの放出に関連している可能性がある (Boles et al., 2001). メタンフラックスの平均日変化は明瞭ではなかった.

典型的な湖からのフラックスは, 夏に高くなり冬に低くなる季節変化を示し, 湖底付近の水温と正の相関が見られた. これは, メタンの生成が温度に依存するためである (Megonigal et al., 2006; Liu et al., 2017). 短い時間スケールでの拡散放出のメカニズムを把握するために, 歪度データをもとに突発的なバブルの影響を大きく含むデータを分離した. 以下はバブルの影響の少ないデータについて記述する. 日変化では風速の上昇とともにフラックスが大きくなる傾向が見られた. また, 成層期間が続いた後に風速が大きくなると, より大きなメタン放出が見られた. 高い風速は湖全層の混合を引き起こしメタン濃度の高い水を湖底から水面に輸送する (Podgrajsek et al., 2016). よって, メタン放出が促進されたと考えられる.

## 諏訪湖における湖水中のメタン動態

○佐藤媛香（信州大・理），岩田拓記（信州大・理），伊藤雅之（京都大・東南アジア研），  
宮原裕一（信州大・山岳科学研），中澤琴美（信州大・理）

### 1. はじめに

湖は重要な温室効果ガスであるメタン放出源の一つである。そのため、地球温暖化による湖からのメタン放出量の変化を明らかにすることが課題とされている。湖においてメタンは、嫌気状態の堆積物中でメタン生成菌によって生成され、好気的な水中でメタン酸化菌により一部消費され、一部は水中に貯留し、残りは大気中へ拡散放出する。すなわち、湖からのメタン放出量の実態を理解するためには溶存メタン濃度変化とメタン生成とメタン酸化を明らかにする必要がある。

よって、本研究では浅い富栄養湖である諏訪湖を対象に、溶存メタン濃度の観測とメタン生成実験・酸化実験を行い、諏訪湖のメタン動態を明らかにすることを目的とした。

### 2. 方法

溶存メタン濃度の深度分布と季節変化を調べるために、およそ一か月に一回の頻度で複数深度の水を採取し、ヘッドスペース法により分析を行った。メタン生成速度は、湖底堆積物を採取し、バイアル中で 25・15・5°C で数日間培養し、培養時間に対するメタン濃度の変化から求めた。メタン酸化速度は、採取した水を 25・15・10・5°C で培養し、生成速度と同様の方法で算出した。また、大気・湖内環境として、風速、気温、溶存酸素濃度と水温のプロファイルを観測した。

### 3. 結果・考察

水温は7月に最大値約 30°C、1月に最小値約 1°C をとる季節変化を示した。溶存酸素濃度 (DO) は夏季の湖底で最小値 0.1 mg/L をとり、その他の深度や季節では約 8-12 mg/L で変動した。

生成速度は培養温度が高くなるほど大きくなり、7月より8月の方が大きくなることがわかった。これらはそれぞれ温度が高いほどメタン生成菌の活性が高くなること、7月から8月にかけて生成菌が増殖している可能性を示した。酸化速度はサンプリング時の溶存メタン濃度と培養温度が高いほど大きくなる傾向があった。メタン酸化菌が高い温度と基質濃度によって活性が高くなることが考えられる。また、5°C 以下では酸化は生じず、生成速度よりも酸化速度の方が温度変化への感度は低かった。さらに、5、8、9、10月の順で、ある温度に対する酸化速度が高くなった。これは春から秋にかけて、湖水中の酸化菌が増殖したことを表すと推察した。

溶存メタン濃度は、6月頃から10月頃の間には湖底近くほど高くなり、それ以外の月では深さ方向に一定となった。これは湖の混合や成層といった物理的要因に影響を受けていると考えられる。また、溶存メタン濃度は、2016年は7月に、2017年は6月に湖底で最大値（それぞれ湖底で 8.82  $\mu\text{mol/L}$ 、4.9  $\mu\text{mol/L}$ ；表層では 1.99  $\mu\text{mol/L}$ 、2.3  $\mu\text{mol/L}$ ）を、3月と10月は全深度で最小値（0.3-0.4  $\mu\text{mol/L}$ ）をとり、冬（12-2月）は全深度で約 1  $\mu\text{mol/L}$  となる季節変化をした。春に濃度が最小となる要因は、温度上昇と3月のメタン濃度上昇を受けて、酸化速度が生成速度を上回ったからだと考えた。一方、秋の最小値は水温低下に伴って温度依存性の高い生成速度は減少するのに対し、メタン酸化速度の温度応答性は低く、かつ秋には酸化菌の生物量が多いため、酸化速度が生成速度を上回ったためだと推測した。2016年の夏は、2017年の夏よりも成層期間が長く、DOが低い値で持続したため、酸化が起こりにくく、貯留がされやすい環境となっており、それによって溶存メタン濃度が高くなったと推察した。

## LAKE2.0 モデルによる諏訪湖の水温プロファイルの再現性

○ 小林大曙, 岩田拓記, 宮原裕一 (信州大学),  
Victor Stepanenko (Lomonosov Moscow State University)

### 1. はじめに

湖は陸と熱収支が異なっており, 数値予報モデルに湖モデルを導入することで, 導入前よりも湖周辺の大気状態の再現性が向上することが明らかになっている (e.g., Long et al., 2007). また, 湖の表層水温は湖内部の熱拡散の影響を受けるため, 表層水温については湖面—大気間の熱フラックスを湖モデルで正確に再現するためには, 湖内部の熱拡散をモデルが正確に再現する必要がある. 本研究では, 湖モデルの一つである LAKE2.0 (Stepanenko et al., 2016) の諏訪湖における水温プロファイルの再現性に注目し, 本モデルの諏訪湖への適用性を評価した.

### 2. モデルと観測データ

LAKE2.0 は, 大気—湖間における熱交換を Monin-Obukhov 則に基づくバルク法によって求め, さらに, 湖水中の熱拡散を流体力学モデルによって計算することにより, 湖の水温プロファイルを求める鉛直次元モデルである. 本モデルはインプットデータとして, 気温, 気圧, 比湿, 風速, 下向き長波放射・短波放射, 降水量といった気象データと湖水の吸光係数を必要とするが, 降水量を除く気象データは諏訪湖湖岸の棧橋上に観測マストを設置し, そこで観測した値を利用した. 湖水の吸光係数は前述の棧橋で月に 1 回程度の間隔で観測した値の平均値を利用し, 降水量データは諏訪特別地域気象観測所で観測された値を利用した. モデル値と観測値の比較に利用した乱流フラックスの値は渦相関法を用いて, 前述の棧橋上で観測しており, 湖の方角から風が吹いているときに観測したデータのみをモデル値との比較に用いた. また, 水温プロファイルの観測値は湖心の 6 深度で観測したものを利用した. ただし, モデル値と観測値の表層水温の比較には観測深度が最も浅い湖岸の水深 0.25 m で観測した値を利用した.

### 3. 結果

モデルは全シミュレーション期間平均で表層水温を 0.91°C 過大評価したが, その日変化および季節変化をよく再現した. 次に, 水温プロファイルの再現性に注目すると, 水深 3.0 m までの水温の再現性は良いが, 水深 5.0 m 以深の水温の再現性が悪かった. 特に, 夏季の水温成層をモデルは過大評価する傾向にあり, 実際の湖環境よりもモデルは湖内部の熱拡散を過小評価していることが考えられた. そこで, 運動量フラックス ( $\tau$ ) の再現性に注目すると, モデルは  $\tau$  を過小評価しており, これは, モデルが粗度長を過小評価したためであると考えられた. そこで, モデルが計算した粗度長 (Smith, 1988) と観測値から求めた粗度長の平均誤差が最小となるように Charnock parameter を調整した. その結果, モデルは観測された  $\tau$  をよく再現し, 水温プロファイルの再現性にも向上が見られたが, 依然として水深 5.0 m 以深の水温の再現性に課題が残った. この結果を受けて, LAKE2.0 で選択可能な湖内の熱伝達にかかわる計算プロセスの比較を行ったところ, 渦拡散係数を  $k$ - $\epsilon$  モデルではなく, 摩擦速度と深度の関数で求めるモデル (Henderson-Sellers, 1985) を用いることで, 水深 5.0 m 以深の水温の再現性が向上し, また, 表層水温の再現性も向上することが分かった. ここで, モデルは観測値よりも顕熱フラックスを 5.8 W/m<sup>2</sup>, 潜熱フラックスを 17.8 W/m<sup>2</sup>それぞれ過大評価したが, それぞれの月別平均日変化をよく再現した.

## アカマツ林の林床からの蒸発に影響を与える要因

○鈴木拓海(信州大学理学部), 岩田拓記(信州大学理学部),  
高梨 聡(森林総合研究所), 深山貴文(森林総合研究所)

### 1. はじめに

森林生態系からの蒸発散は主に、冠部からの蒸散と林床からの蒸発の2つにより起こり、林床からの蒸発も無視できない寄与がある。林床からの蒸発量の変化は裸地とは異なる要因により影響を受けていると考えられる。本研究ではアカマツ林を対象として林床からの蒸発量に影響を与える要因の解明を目的とした。

### 2. 観測サイトと使用したモデル

観測サイトは山梨県富士吉田市にある富士山科学研究所内の、アカマツが優占する温帯常緑針葉樹林である。樹冠部にはアカマツ以外に常緑樹であるソヨゴ、落葉広葉樹であるコナラも見られる。林床において、渦相関法を用いた顕熱・水蒸気フラックスの測定と気象観測を行った。また、樹冠上の風速、正味放射、降水量のデータを使用した。測対象期間は2015年12月から2017年7月までである。

水蒸気フラックスに影響を及ぼす要因を考察するため、測定した水蒸気フラックスとモデルによって求めた水蒸気フラックスの値を比較した。使用したモデルはペンマン式とFisher et al.(2008)のモデルである。Fisher et al.(2008)で使用されていたモデルは平衡蒸発量に土壌表面の水分量を考慮するものである。

### 3. 結果・考察

林床で測定した水蒸気フラックスは2月頃から増加し、5月頃から減少に転じ、9月以降はほぼ一定の値となった。また林床で観測された正味放射も同様の季節変化が見られた。広葉樹の落葉、展葉に伴う林床の正味放射量の変化が起き、その影響によって水蒸気フラックスも変化した(山田, 2017)と考えられる。

一般的に降雨後は土壌水分量が多くなることで蒸発量が多くなると考えられる(Wilson et al., 2000)。しかし降雨の前後で水蒸気フラックスの値を飽差や正味放射と比較し変化の様子を見たところ大きな差はなかった。このことから当サイトにおいては土壌の水分量が林床からの蒸発量に与える影響は小さいのではないかと考えられる。

Fisher et al.(2008)のモデルを使って推定した水蒸気フラックスの値は、実測した水蒸気フラックスの日変化をある程度表せていた。しかし個々の水蒸気フラックスの変化についてはうまく表せておらず、特に夜間は実際には蒸発が起こっているにも関わらずモデルの推定値はほぼ0を示してしまった。夜間は正味放射がゼロに近い値をとり、飽差は小さくなることから、これはFisher et al.(2008)のモデルが風速を考慮していないために生じた差ではないかと考えられ、夜間の蒸発量は風速への依存が大きいのではないかと考えられた。一方ペンマン式の推定値は夜間に蒸発があることは表せていたが、昼夜ともに約6~10倍の過大評価をしてしまっていた。

そこで夜間の水蒸気フラックスへの風速の影響をみるために、風速と飽差を掛け合わせたものを水蒸気フラックスと比較したところ、緩やかにではあるが風速と飽差を掛け合わせた値の増加とともに蒸気フラックスが増加することが確認された。

# ライダーおよび SfM を用いた地上における植生の 3 次元計測手法の比較研究

○板倉健太, 鎌倉以直, 細井文樹 (東京大学大学院農学生命科学研究科)

## 1. はじめに

樹木の生育過程のモニタリングにおいて樹木の幹直径、樹高、葉面積密度などの 3 次元的な構造を精度よく計測することは重要な課題であるが、それらは長い計測時間、多大な労力、高コストを要する<sup>1</sup>。そこで近年、樹木の 3 次元計測を行うために複数の画像から対象の 3 次元構造を再構成する SfM (Structure from Motion) やレーザービームにより対象の 3 次元構造を推定するスキャニングライダー (以下、ライダー) が利用され始めている。

しかし地上測定における 3 次元構造の推定精度や測定条件の制約、コスト、簡便さなどのそれぞれの手法の比較はなされていない。それぞれの特性を理解し、適切な 3 次元構造計測の手法を選択することは、樹木の調査方法の最適化に貢献する。そこで SfM とライダーによる樹木の 3 次元構造の推定精度や解析時間を検証し、それぞれの特性の比較を行う。

## 2. 実験試料および方法

イチョウ、シラカシ、マテバシイを対象木とし SfM およびライダーを用いて幹直径および樹高測定を行った。SfM、ライダーによる推定精度に直接影響するパラメータとしてそれぞれ取得画像枚数、移動速度があげられる。そこでそれらを 4 段階に変化させ推定を行った。次に SfM、ライダーを用いて東京大学弥生キャンパス内の並木道の 3 次元点群画像の取得を行った。SfM、ライダーから得られた 3 次元点群画像の測定範囲の比較を行う。そして、本実験での結果を踏まえてそれぞれの利点、欠点の検証を行った。

## 3. 結果と考察

SfM に用いる画像数が増加するほど、またライダーの移動速度を小さくするほど直径推定の推定誤差は減少した。SfM を用いた幹直径の推定はライダーによる幹直径推定の精度と同程度であったものの、SfM では測定時間や解析時間が比較的長くライダーのほうが短時間で計測、解析ができる。また広い範囲の対象を測定した場合、両者の測定・解析時間の差はより顕著となる。しかし SfM では対象の色情報が取得できるうえ、デジタルカメラと専用のソフトがあれば使用可能でありコスト面や手軽さにおいて優位である。それぞれの手法に特徴があり (表 1)、目的や測定条件に従い適切に選択することが望まれる。

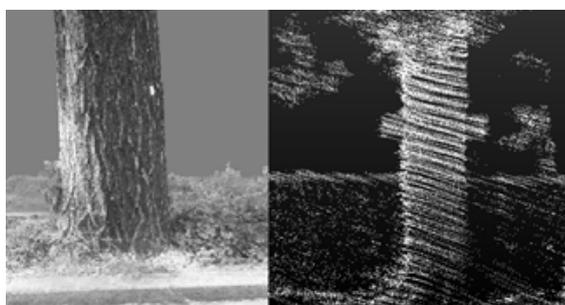


表 1: SfM およびライダーによる 3 次元測定に関する比較

手法	コスト	精度	測定時間	解析時間	測定範囲
SfM	◎	○	△	×	△
Lidar	×	○	◎	◎	◎

図 1. SfM (左) およびライダー (右) から得られる 3 次元画像

## 引用文

1. Dassot, M., Constant, T. and Fournierl, M., 2011: The use of terrestrial LiDAR technology in forest science: application fields, benefits and challenges, *Ann. For. Sci.*, **68**, 959-974

# 安価なカメラモジュールを用いた表面土壌水分量の計測

○小林智生, 松岡延浩, 間野正美 (千葉大園芸)

## 1. はじめに

ダスト発生メカニズムや地表面熱収支の解析には表層数 mm の土壌水分量の計測が重要である。しかし、一般的な土壌水分センサでは地表面のごく浅い層での計測は難しく、採土による方法では連続測定が行えない。一方、リモートセンシングで用いられるマルチスペクトルカメラであれば、表面の情報をとらえることができる。ただし、数十万円するものが一般的でやや高価なのが難点である。本研究では市販の安価なカメラモジュールを用いた表面土壌水分量の推定法を検討した。なお、本研究は鳥取大学乾燥地研究センター共同研究（課題暗号 29C2015）の助成を受けたものである。

## 2. 方法

供試土壌を試験用標準砂である豊浦砂とダスト頻発地域の千葉県八街市にある千葉県農業研究センター落花生研究室で採取した地表面 0~20 cm の土壌とした。可視と近赤外のカメラモジュール（Raspberry Pi Camera V2, Raspberry Pi NoIR Camera V2, それぞれ 4000 円程度）と熱赤外カメラモジュール（Lepton 2.0, 3 万円程度）を使用し、マイクロコンピュータ（Raspberry Pi 3B, 5000 円程度）で土壌の撮影を行った。可視光（R, G, B）と近赤外（IR）の画像の DN 値を反射率、熱赤外画像の DN 値を表面温度に換算した。

土壌表層の定容積でのサンプリングは困難だったため、地表面 3~5 mm の土壌をスプーンで採取し、風乾~圃場含水量における含水比を実測した。反射率と表面温度を実測の含水比と比較し、表面土壌水分量の推定法を検討した。

## 3. 結果と考察

図に含水比と IR の反射率の関係を示す。豊浦砂の反射率は風乾状態で最も高く、含水比が大きくなるにつれて減少する傾向だった。一方、八街の土壌でも豊浦砂と似た傾向だったが、含水比が 60%を超えると表面が光沢を帯び、反射率が増加した。可視・近赤外の反射率には全バンドにこの共通した傾向がみられた。しかし、比較的乾燥時には反射率が含水比の 1 次関数で表せることが分かった。乾燥時における含水比との相関は R と IR の反射率が有意であった。そのうち R に比べて高い反射率が得られる IR の反射率の方が、他の土壌への適用を考慮すると汎用性が高いと考えた。表面温度と含水比の間には一定の関係性はみられなかった。単純に表面温度だけを用いて含水比を推定することは難しいと考えられた。

本研究では、安価な近赤外カメラモジュールを用いて、IR の単一バンドの反射率から表層の土壌水分量推定が可能であることが示された。特に土壌水分量が少ないときに精度が高いため、この推定法は乾燥時に発生しやすいダスト発生のモニタリングなどに適用可能だと考えられる。

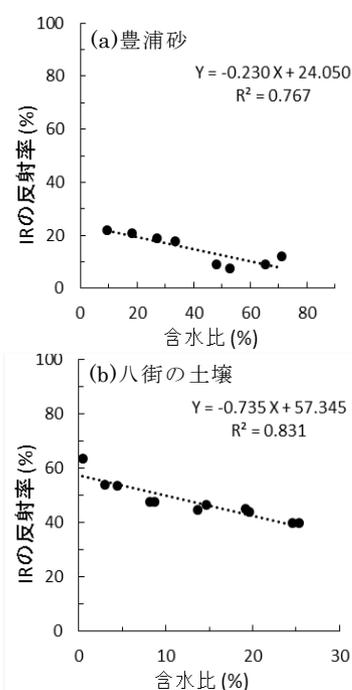


図. 含水比と IR の反射率の関係 (a)豊浦砂, (b) 八街の土壌

## 千葉県八街市で観測されるダストについて

○松岡延浩, 清水雅宏, 間野正美(千葉大園芸), 鈴木純(信州大農),  
大澤和敏(宇都宮大農), 木村玲二(鳥取大乾地研)

**はじめに** 千葉県八街市では, 1月から4月に休閑地(裸地状態の耕地)からダストが頻繁に発生することが知られている(清水他, 2016)。本研究の結果, ダストの原因として, 八街では, ①1月から4月にかけて休閑地が生じやすいこと, ②この時期に強風が発生しやすいこと, ③土壌表層が乾湿を繰り返す, ダストとして飛散する粒子が形成されやすいことがわかった。なお, 本研究は, 科研費基盤(C)(課題番号 15K07645)の助成を受けたものである。

**調査方法** 2015年に千葉県印旛農業事務所および八街市生産者に行ったインタビューをもとに, 畑作のローテーションを調査した。また, 八街を代表する風速として, 15 km 離れた AMeDAS 成田の 2003 年から 2016 年までの風速を用いた。2012 年から 2017 年 12 月から 3 月に, 八街市にある千葉県農業総合研究センター落花生研究室圃場で, ダスト濃度(高さ 1.0 m), 風速(高さ 1.5 m), 土壌水分量(0~5 cm)を計測し, 同時にインタバル・カメラで土壌表面の可視画像を得た。

### 結果および考察

#### 1. 八街の畑作ローテーション

八街市はその面積の 45 %が畑地であり, 主要な作物は, 秋冬ニンジンで, 7月中旬から下旬にかけて播種され, 11月から翌年の3月にかけて収穫される。ダストが発生するのは, 秋冬ニンジン収穫後の休閑地である。理想的には, ニンジン収穫後, ハウス半促成スイカを栽培すると, 1月下旬から土壌表面がマルチあるいはトンネルによって被覆される。その結果, ダストの発生も抑えられるが, 現実には労働力の不足によって後作が行われず, 春作が始まるまで裸地のままである。

#### 2. 強風の発生

八街の長期観測データがないため, AMeDAS 成田のデータを用いて, 月平均風速と平均風速が 10m/sec を超える日数を図に示す。成田が八街の風を代表すると考えると, 1月から4月は平均風速も他の月に比べて大きい。強風が吹く日が特に多いことがわかった。

#### 3. ダストとして飛散する粒子の形成

インタバル・カメラの画像から, 表層土壌が朝方湿潤となり, 昼間乾燥するという日変化を繰り返す, ダストとして飛散する粒子が形成されることがわかった。今後, 表層土壌の熱収支, 水収支解析を行うとともに, 粒子形成のメカニズムの解明が必要である。

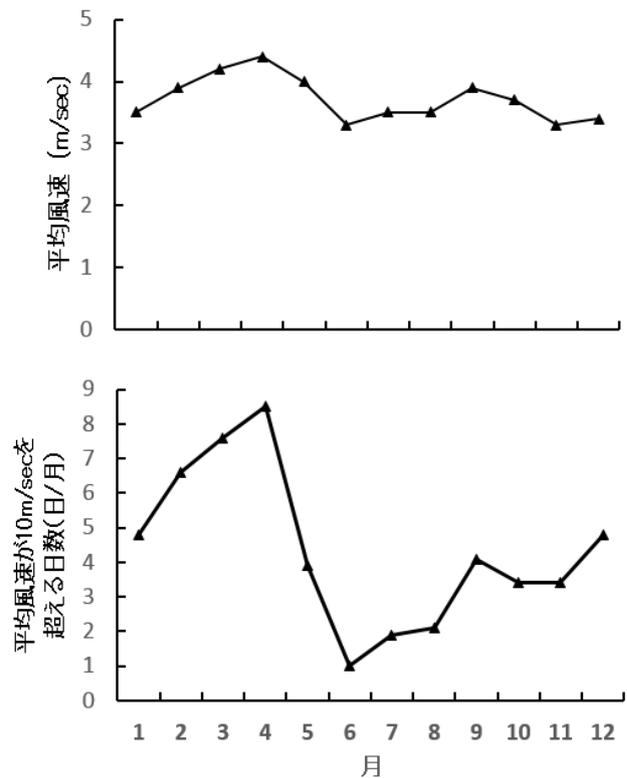


図 AMeDAS 成田の月別平均風速と, 平均風速が 10m/sec を超える日数

## 関東地方における最近農業気象災害について

○横山 仁, 鈴木真一, 出世ゆかり, 安達 聖, 津野誠司, 中村一樹, 岩波 越  
(国立研究開発法人 防災科学技術研究所)

### 1. はじめに

毎年のように全国各地で気象災害が発生するなか、2014年2月の南岸低気圧の通過に伴う大雪や2015年9月の関東・東北豪雨など、関東地方でも大きな気象災害が発生し、農業被害もたらされている。

ここでは、最近、関東甲信地方で発生した農業気象災害のうち、筆者らが現地調査を行った2つの事例について、その発生状況等を紹介する。

### 2. 最近の農業気象災害

#### (1) 雪害

2016年11月24日に南岸低気圧の通過に伴い関東甲信地方の広い範囲で雪が降り、交通機関等さまざまな分野に影響が出た。東京都心における11月の降雪は54年ぶりで(積雪は観測史上初)、農業にも山梨県等で被害がみられた。気象庁によれば山梨県甲府市での積雪は最大1cm(降雪は2cm)であったが、河口湖では22cmの積雪となり、被害のあった山梨市の現場でも20cm近い積雪があったとの現地情報がある。被害は樹体の裂開や折損のほか支柱の折損や倒壊など全体で約3.5haに及んだが(写真1)、発生したのは「甲州」のブドウ棚のみで、他品種棚での発生はなかった。被害を受けた農家によれば、当時、ほとんどのブドウは落葉していたが、甲州のみが落葉していなかったことから、葉に積もった雪の重みで被害が発生したとみられる。雪下ろしをすれば被害を免れたかもしれないが、むしろ倒壊に巻き込まれていた可能性もあり、実施の判断は難しいところである。雪下ろし等の雪害対策実施中の人身事故も少なくないことから、対策の指導等にあっては、今後、農作物だけでなく作業者の安全に対しても、より一層の注意喚起等を強調する必要があると考えられる。



写真1. 雪により倒壊したブドウ棚 (山梨県山梨市、品種は「甲州」、2017年3月撮)

#### (2) 雹害

本年、関東地方では、6月から9月にかけて4度の降雹があり農業被害がみられた。最も被害が大きかったのは宇都宮市で直径2cmの降雹を観測した6月16日によるもので、茨城県内でも桜川市や筑西市、石岡市、つくば市等で被害があった(写真2)。葉タバコ、ナシ、農業施設で総額約4億7000万円の被害があり、最大でこぶし大の雹が降ったとの情報もあり、人的被害が出なかったのは幸いである。降雹は正確な予測情報を得るのが難しい現象の一つであるが、防災科学技術研究所では、現在、XバンドMPレーダーを用いた雹の判別に関する研究を行っており(Suzuki et al. 2011)、降雹日時や場所、雹の大きさや形状等については独自に開発したSNS(「ふるりポ!」、<https://fururipo.bosai.go.jp/fururipo/>)を用いて情報収集している。農作物や施設は本来守るべき対象であるが、それらに対する被害の痕跡も有用な情報であり、それらから雹形状等を推測する取組みも進めている。



写真2. 雹による被害写真(上:葉タバコ、中:マルチフィルム、下:ハウスフィルム、いずれも茨城県桜川市、2017年6月撮影)

### 3. おわりに

南岸低気圧の通過に伴う降雪や発達した積乱雲に伴う降雹など、関東地方で今後とも発生が懸念される農業気象災害事例を紹介した。現時点では、いずれも予測の難しい災害であり、直前の予測情報が必ずしも実効的な対策に結びつきにくい災害でもあるが、作業者の安全確保や被害直後の初動の迅速化等といったニーズも考えられ、引き続き調査研究を進める予定である。農業関係者等調査にご協力いただいた多くの方々に感謝申し上げます。

参考文献: Suzuki et al (2011), *Proceedings of a symposium held in Exeter, UK, April 2011 (Red Book)*, 415-420

## 水熱分解液肥がレタス水ストレスに及ぼす影響

○蜷木朋子<sup>1)</sup>, 小沢 聖<sup>1)</sup>, 竹迫 紘<sup>1)</sup>, 七夕小百合<sup>2)</sup>, 藤原俊六郎<sup>1)</sup>

<sup>1)</sup>明治大学黒川農場 <sup>2)</sup> 茨城大学農学部附属 FS センター

〔目的〕 農業生産に利用するエネルギーの半分ほどが窒素肥料の生産であることから、窒素肥料の利用効率を高めることは地球温暖化軽減に寄与する。窒素リサイクル技術として注目した水熱分解は、有機性廃棄物を高温高压化で水の力で分解し、短時間で衛生的に液肥に変えることができる。この水熱分解処理液（以下 SCW と略す）は、含まれる有機酸等により植物根に障害を与えるが、土壌に事前施肥することで障害を回避できることが分かっている。しかし、新しい資材であるため、その特性や肥料効果については不明な点が多い。そこで、SCW の事前施肥によりレタスを栽培し、窒素肥効を検討した。さらに、圃場に埋設する簡易根観察窓を作成し、施肥に対する根系の反応を調査することにより、SCW の根に及ぼす特性について検討した。

〔方法〕 液肥原料の標準物質としたラビットフード（イースター社製）を明治大学所有の水熱分解装置で 180℃、1.0MPa、30 分間分解した。得られた SCW は、窒素 6200、リン酸 1693、カリ 3192 mg L<sup>-1</sup>であった。〈試験①〉露地黒ボク土圃場に SCW 区、尿素区を設けた。2016 年 9 月 17 日に株元から 5cm 離して側条施肥し、その 2 週間後に‘コスレタス’を定植し、11 月 14 日に地上部生体重を測定し、窒素吸収量を分析した。〈試験②〉同一個体の根を分け、片側に SCW、反対側に尿素を施肥し、圃場に埋め込んだ透明アクリル板の簡易観察窓で、根系に及ぼす施肥の影響を調査した。

〔結果〕 〈試験①〉生育初期のしおれの大きさは SCW 区<尿素区で、地上部生体重は SCW 区>尿素区であった。窒素の吸収量は SCW 区>尿素区だった。〈試験②〉根長は、定植 19 日目で SCW 施肥側>尿素施肥側で、定植 41 日目（収穫期）で SCW 施肥側＝尿素施肥側だった。根は、SCW 施肥側は施肥層で多く、尿素施肥側で施肥層の下で多かった。

〔考察〕 SCW 区で、尿素区より生育初期の地上部しおれは小さく、根は、SCW 施肥側の施肥層で多かったことから、SCW は尿素肥料に比べ、作物体へのストレスが少ないといえた。また、窒素吸収量も多く、施肥層での根張りの良さが、窒素吸収能を向上させたと考えられる。

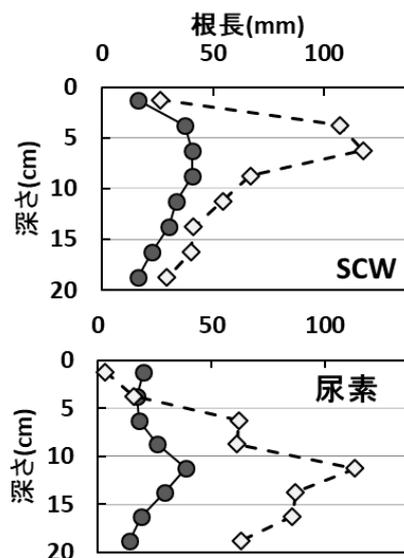
試験①地上部のしおれ、収穫調査

	しおれ指数**	地上部 gFW/個体	N吸収量 g/個体
SCW区	2.75	571	2.07
尿素区	4.75	361	1.47

\*

\*5%水準で有意差あり

\*\*大きいほどしおれは激しい



試験②根長の分布

## 吸水ポリマーを利用した人尿栽培とその展望

○富田恭央<sup>1)</sup>、小沢 聖<sup>1)</sup>、足立 寛<sup>2)</sup>、中原由紀子<sup>3)</sup>、吉成幸之助<sup>1)</sup>

<sup>1)</sup>明治大学 <sup>2)</sup>株式会社エクセルシア <sup>3)</sup>のりくら高原環境協会

人尿には作物が生育に十分な窒素が含まれており、人尿を農業生産に利用することは有限な資源の節約につながる。しかし、人尿を作物の栽培に利用する上で人尿の臭いや人の排出物を扱うという抵抗感の軽減が課題として挙げられる。そこで、消費者にアンケート調査し、抵抗感が少ない栽培方法の確立とその普及を本研究の目的とした。

2016年10月18日に明治大学黒川農場の収穫祭で来場者160人にアンケート調査し、消費者が人尿栽培に対する反応を調べた。その結果、43%が人尿栽培を受け入れたが、21%が人尿栽培で育てた作物に抵抗を感じると回答し、原因は、取り扱いに汚いなどというイメージからであった。

アンケート調査の結果をもとに、吸水ポリマー(Superabsorbent polymer : SP)を利用した人尿栽培を提案した。SPは自重の数十倍の尿を吸収でき、尿の悪いイメージを和らげると期待がある。また、SPは人尿に含まれている窒素成分を徐々にリリースするメリットがある。SPを用いた栽培実験を2017年6月から11月に農場で行った。

黒ボク露地土壤に木板で仕切った60cm×100cmの16枠を用意した。SPには有機(PO)と無機(PC)の素材を用い、SPに含ませる液体には人尿(U)と大塚ハウス1号(S)を組合せ、無SPを含めて計6処理とした。30gのSPを長さ80cmのスットキングに入れ、窒素5000ppmの0.6ℓのUまたはSを含ませた。条間の深さ10cmにこのSPを埋設、またはU、Sを施用した。窒素施肥は5g/m<sup>2</sup>であった。各作物を1枠に2条植えて6株を移植し、追肥はせずに不耕作で連続4作し、収穫時の生体重を比較した。コスレタス(6/6~7/13)、コマツナわかみ(7/13~8/3)、コマツナわかみ(8/3~8/11)、コマツナわかみ(8/11~8/30)の順に作付した。3作目は異常な乾燥、猛暑に見舞われた。

生体重は、1作目で処理間差なく、2作目でU、Sで少なかった(図1)、3作目でSPを施肥した処理で少なく(図2)、4作目でU+POが多かった(図3)。

2作目と4作目の結果は、SPの保水力とリリース抑制の効果を示すといえる。一方、3作目は、土壤水分が少ない高温条件下でSPの高い吸水力が作物の吸水を阻害する現象を示すと考えられる。2作目で生育が劣っていたS+POが4作目で生育が良かったのはSPによるリリースが大塚ハウス1号で、尿よりも遅かったためだと考えられる。

尿への抵抗を軽減するとみられる吸水ポリマーを利用する方法は同時に肥料効率を高めるため、家庭菜園などに有効といえる。ただし、水ストレス条件下での利用には灌水が必要である。

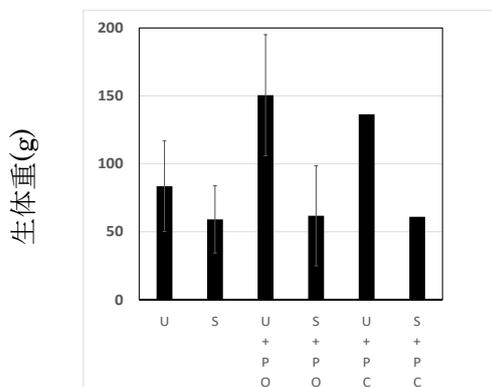


図1 2作目のコマツナわかみの生体重

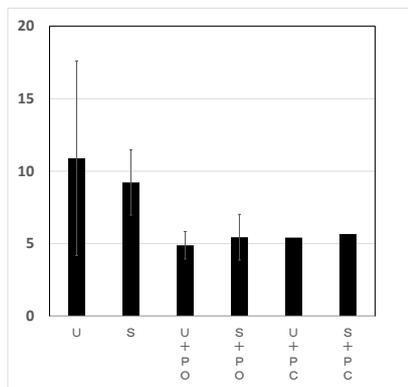


図2 3作目コマツナわかみの生体重

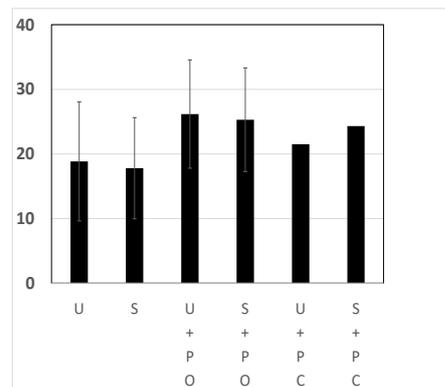


図3 4作目コマツナわかみの生重

## 夏季の側枝2本仕立て苗を用いた低段密植栽培における品種の違いがミニトマトの収量に及ぼす影響

○松本浩平（明治大学大学院農学研究科），伊藤善一（明治大学農学部），  
元木 悟（明治大学農学部）

### 緒言

トマトの低段密植栽培は，高い栽植密度で短期間の栽培を繰り返す栽培法である．しかし，ミニトマトを繰り返し栽培する上で，夏季の高温は，花粉稔性の低下を引き起こし，減収要因の一つとなる．本研究では，温度による着果率の低下の影響を受けにくい単為結果性のミニトマト3品種と一般品種の計4品種を用い，低段密植栽培の夏季における収量性を調査した．

### 材料および方法

単為結果性の品種として‘ネネ’，‘CFネネ’および‘べにすずめ’（（公財）園芸植物育種研究所），一般品種として‘千果’（タキイ種苗（株））を用いた．2017年4月29日に， $0.6 \text{ dS} \cdot \text{m}^{-1}$ の培養液を吸水させたパーミキュライトを充填した72穴セルトレイに播種し，育苗装置（日長16時間，PPFD約 $280 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ ）で4週間育苗した．育苗中は $1.2 \text{ dS} \cdot \text{m}^{-1}$ の培養液を与えた．播種後3週目に第2葉直上で摘心し，第1節および第2節の側枝を用い，側枝2本仕立て苗とした．5月28日，明治大学黒川農場のハウス内に自作した循環型水耕装置に，栽植密度約 $10 \text{ 株} / \text{m}^2$ で定植した．低段密植栽培とし，摘心は第2花房直上の2葉を残して行った．培養液管理は，定植直後が $0.4 \text{ dS} \cdot \text{m}^{-1}$ ，定植後15日目から $0.6 \text{ dS} \cdot \text{m}^{-1}$ ，開花後から $1.2 \text{ dS} \cdot \text{m}^{-1}$ とした．培養液処方，タンクミックスA&B（OATアグリオ（株））を用いた．

### 結果および考察

着果率は，単為結果性3品種が一般品種の‘千果’に比べて有意に高く，総収量および総果数も‘ネネ’および‘べにすずめ’が‘千果’に比べて有意に高かった．可販収量および可販果数は，‘べにすずめ’が他の品種に比べて有意に高かった．障害果は，裂果，チャック果および日焼け果で品種間差が認められ，障害果のうち，裂果の発生率がすべての品種で最も高く，‘べにすずめ’では他の品種に比べて有意に低かった（Table.1）．以上より，単為結果性3品種は‘千果’に比べて着果率が高く，可販収量は3品種中，裂果の発生率が最も低かった‘べにすずめ’が他の品種に比べて有意に高かった．開花期以降のハウス内の最高気温の平均は $35.4^\circ\text{C}$ ，最低気温の平均は $23.2^\circ\text{C}$ であり，単為結果性3品種と‘千果’との着果率の違いは，気温による影響と考えられた．また，本研究の栽培法は水耕であり，地下部の水分状態は一定であったと考えられるため，裂果の発生は地上部環境の影響が大きいと推察される．したがって，夏季におけるミニトマトの低段密植栽培では，単為結果性を有し，裂果が発生しにくい品種の利用が有効であると考えられる．

Table.1 夏季の側枝2本仕立て苗を用いた低段密植栽培における品種の違いがミニトマトの収量性に及ぼす影響

品種名	収量		果数		着果率	障害果率			
	総収量	可販収量	総果数	可販果数	(%)	裂果	チャック果	日焼け果	その他
‘千果’	896.6 b <sup>z</sup>	433.9 b	60.7 b	35.7 b	73.0 b	30.6 a	2.6 a	0.0 b	8.0
‘ネネ’	1170.9 a	459.0 b	96.2 a	39.9 b	92.5 a	53.2 a	1.6 ab	0.6 b	3.1
‘CFネネ’	1106.3 ab	582.5 b	75.3 b	42.1 b	95.1 a	43.7 a	0.4 b	0.0 b	2.9
‘べにすずめ’	1329.2 a	1092.7 a	109.2 a	85.6 a	90.8 a	9.7 b	0.7 ab	3.4 a	7.2

<sup>z</sup> 同項目内の異なる英小文字は品種間でTukeyの多重比較検定で $P < 0.05$ で有意差あり，着果率および障害果率は逆正弦変換したデータを用いた（n=9）

## 台木用カボチャ苗の胚軸伸長を促進する LED 光照射法の開発

○陳元 浩, 松田 怜, 富士原和宏 (東大院農)

はじめに 台木用カボチャ苗 (台木) では、接ぎ木適期に胚軸長が 60 mm 以上となることが望まれている。その理由は、接ぎ木の接合部と地面との距離を大きくすることで、穂木が土壤伝染性の病原体に感染するリスクを低減できるためである。演者らの過去の実験で、育苗中の 4 回の光照射処理において、白色 LED 光 (W) と遠赤色 LED 光 (FR) とを同時に照射する W+FR 照射法、W を 12 h 照射した直後に FR を照射する EOD-FR 照射法、青色 LED 光を照射する B 照射法、および赤色 LED 光を 2 回照射した後に青・赤色 LED 光混合光を 2 回照射する R2BR2 照射法により、それぞれの胚軸長を 60 mm 以上にできた。本研究では、胚軸長、地上部乾物重 (SDW)、および地上部乾物率 (SDMP) を評価指標として、これらの LED 光照射法の中で胚軸伸長を促進するための最適な LED 光照射法を見出すことを目的とした。

**材料および方法** カボチャ (*Cucurbita moschata*, ‘ゆうゆう一輝 (黒)’) の種子を 128 穴セルトレイに播種した。気温 28°C、相対湿度 90% 以上に調節したグロースチャンバー内で 36 h 暗処理し発芽させた。発芽した苗を各試験区 (明期/暗期: 12 h/12 h, 28°C/23°C) に供した。すべての試験区において、セルトレイ上面から 2.5 cm の位置の光合成有効光量子束密度を  $300 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ 、FR を用いた試験区の FR の光量子束密度を  $10 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$  に調節した。蛍光灯光を照射した FL 区、および W+FR 照射法、EOD-FR 照射法 (FR の照射時間: 10 min)、B 照射法および R2BR2 照射法 (B/R:  $50/250 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ) を用いた W+FR 区、EOD-FR 区、B 区および R2BR2 区の 5 試験区を設けた。1 日 1 回水道水で底面給水を行った。照射処理開始 24 h 後に、生育が揃った株を 36 株選抜し、照射処理を継続した。明期終了時点で第一本葉の葉長が 10 mm 程度になった照射処理開始 84 h 後に、セルトレイの中央部の 5 行 5 列の株の胚軸長、SDW、および地上部生体重を測定した。実験を 3 回反復した。

**結果および考察** FL 区と比較し、他の試験区では胚軸長は有意に大きかった (図 1A)。また、B 区および R2BR2 区では胚軸長が 60 mm 以上であり、W+FR 区および EOD-FR 区では、胚軸長が 60 mm 以下であった。また、FL 区と比較し、他の試験区の SDW は同程度であった (図 1B)。一方、FL 区と比較し、W+FR 区、EOD-FR 区、R2BR2 区では SDMP は同程度であり、B 区では小さい傾向にあった (図 1C)。今回比較した LED 光照射法の中では、胚軸長が 60 mm 以上となり、SDW および SDMP が小さくなかった R2BR2 照射法が、台木の生産に最も適していると考えられる。

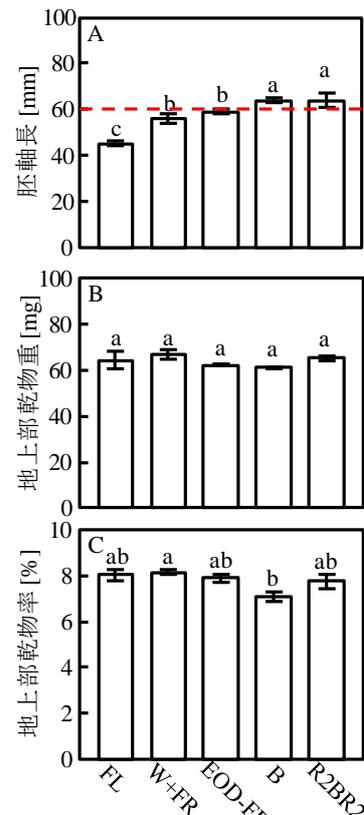


図1 播種後6日目の台木の胚軸長 (A)、地上部乾物重 (B) および地上部乾物率 (C) バーは標準誤差 (n=3) を表し異なる英文字間に Tukey's HSD 検定により危険率 5% で有意あり