

日本農業気象学会東海支部

会 誌

第 61 号 (平成 15 年 3 月 30 日刊行)

目 次

一般講演

1. 豪雨前後における牧ノ原台地からの茶園地下水の湧出特性 1
松尾喜義・横山謙二*・野中邦彦
(野菜茶業研究所、*(株)コア・エンジニアリング)
2. 熱収支法による商用大型温室の換気率測定 5
林 真紀夫・金子拓生・福田裕貴 (東海大学開発工学部)
3. 長段トマトを栽培している高軒高温室の冬期の温湿度環境 9
細野達夫・細井徳夫 (野菜茶業研究所)
4. 長段トマト養液土耕栽培からの N₂O 発生量 13
細野達夫・細井徳夫 (野菜茶業研究所)
5. 水稻の登熟期間の日照が乳白米発生に及ぼす影響 17
鍵谷俊樹・松村博行 (岐阜県中山間農業技術研究所)
6. 光質が水生植物の形態形成に及ぼす影響 21
宮田志乃武・田中逸夫 (岐阜大学農学部)

シンポジウム

「山間地に適合した作物の品種育成」

1. 愛知県農業総合試験場山間農業研究所における水稻育種 27
坂 紀邦・工藤 悟・杉浦和彦・奥田 強・寺島竹彦
(愛知県農業総合試験場山間農業研究所)
2. ジネンジョ育種の現状と新品種「夢とろろ」の育成 31
飯田孝則 (愛知県農業総合試験場山間農業研究所)

<特別講演>

- 「窒素少量分施肥による循環型養液栽培システムおよび
トマトの個体群の生育と生理」 35
細井徳夫 (野菜茶業研究所)

日本農業気象学会東海支部規約

第1章 総 則

- 第1条 (名称) : 本会は日本農業気象学会東海支部とする。
第2条 (目的) : 本会は農業気象に関する研究をすすめ、その知識の普及をはかり、また地方的問題の解決にも努力するとともに農業気象学同好者の親睦をはかることを目的とする。
第3条 (事務局) : 原則として支部長の所属する機関におく。

第2章 事 業

- 第4条 (事業) : 本会は第2条の目的を達成するために次の事業を行う。
(1) 総会 (運営に関する基本的事項、その他重要な会務の審議、および報告) 年1回。
(2) 例会 (研究発表、講演、談話会、見学等) 年2回。
(3) 会誌の発行。
(4) その他必要と認める事業。
第5条 (事業年度) : 本会の事業年度は毎年4月1日に始まり3月31日に終わる。

第3章 会 則

- 第6条 (会員) : 本会の会員は、愛知・岐阜・三重・静岡の4県における日本農業気象学会会員ならびに、農業気象に関心を有する者をもって組織する。本会への入会を希望するものは、氏名・住所・職業・勤務先を記入の上、本会事務局に申し込むものとする。

第4章 役 員

- 第7条 (役員) : 本会に次の役員をおく。
支 部 長 1名 評議員 4名 (各県1名)
会 計 監 査 1名 幹 事 各県若干名

- 第8条 (任務) :
(1) 支部長は支部の会務を総理し支部を代表する。支部長に事故ある時または欠けたときは支部長があらかじめ指名した評議員または幹事がその職務を代行する。
(2) 評議員は各県の会務のとりまとめを行う。
(3) 評議員及び幹事は幹事会を構成し重要な会務を評議決定する。
(4) 会計監査は本会の会計を監査する。
(5) 幹事は支部長の命令を受け本会の事務を執行する。

- 第9条 (選出) :
(1) 支部長は評議員の合議により選出される。
(2) 評議員は、愛知・岐阜・三重・静岡の各県毎1名を選挙により決める。支部長に選出されたときには補充する。
(3) 会計監査は支部長が会員の中から委嘱する。
(4) 幹事は支部長が会員の中から委嘱する。

第10条 (任務) : 役職の任務は2年とし、重任を妨げない。

第11条 (解任) : 役員が東海地方を離れ、またはその職場を退いた場合には自然解任となる。

第5章 顧 問

第12条 (顧問) : 本会に顧問をおくことができる。顧問は幹事会で承認し、支部長が委嘱する。

第6章 会 議

- 第13条 (会議) : 本会には総会と幹事会をおく。
(1) (総会) : 年1回開催し支部長が招集する。但し臨時に招集することができる。
(2) (幹事会) : 必要に応じ支部長が役員を招集する。

第7章 会 計

- 第14条 (会計年度) : 本会の会計年度は事業年度と同じとする。
第15条 (経費) : 本会の経費は会員の会費および寄付金などによる。
第16条 (会費) : 支部年会費は次のとおり前納とする。
正会員 1,000円
第17条 (決算) : 会計の決算は会計年度終了後速やかに監査を経てその後最初に行われる総会に報告しなければならない。

第8章 そ の 他

- 第18条 : その他は本部会則に準ずる。
第19条 (会則の改正) : この会則の改正は総会の決議により行う。

豪雨前後における牧ノ原台地からの茶園地下水の湧出特性

松尾喜義¹・横山謙二²・野中邦彦¹

(¹野菜茶業研究所茶業研究部、²㈱コアエンジニアリング)

Effluence character of groundwater from tea bush area
on the Makinohara plateau before-and-after heavy rain

Kiyoshi Matsuo¹, Kenji Yokoyama² and Kunihiko Nonaka¹

1:National Institute of Vegetable and Tea Science 2:Koa-engineering Co.

前報(松尾 2001)では、静岡県金谷町野菜茶研付近で牧ノ原台地湧水を調べ、湧出量が台地への降雨によって変動していること、その変動幅は台地面からの標高が低い湧水ほど小さく、台地面に近い湧水では変動が大きいこと、について報告した。

引き続きここでは、台風による豪雨の前後における台地地下水の湧出場所による変化について調査し、一時的な湧出の挙動について水質特性の変化を含めた観察結果を報告する。

[調査地域と調査方法]

前報と同様に、野菜茶業研究所金谷茶業研究拠点の西方の牧ノ原台地を調査地域とした(表1、静岡県榛原郡金谷町および小笠郡菊川町にまたがる牧ノ原台地最北部の一角、地図は既報に示した)。2001年夏から秋に、この地域のつねに湧水のある湧出(地点C:先の報告の台地斜面湧水と同じ地点)、その周辺の牧の原レキ層のガケに豪雨時のみ出現する湧水(地点Aと地点B)、湧水地帯の下流水路(地点D)について、台風による豪雨の前後における湧出状況の変化と湧出継続期間について調べるとともに、pH、電気伝導度など水質の特徴を比較した。

表1、調査地点の説明

調査地点記号と(調査地点の状況)

- A: 牧の原レキ層内宙水湧水
(標高約195m 台地平坦面直下のガケ)
- B: 牧の原レキ層内宙水湧水
(標高約185m 台地縁の谷間斜面のガケ)
- C: 牧の原レキ層基盤湧水
(標高約175m 台地を浸食している谷の谷底湧水)
- D: 渓流水合流地点
(標高約155m 台地湧水地帯から流出する溪流)

表2、湧水の湧出標高による成分の差異

標高・ 採水場所	pH	硝酸性 窒素	アルミ ニウム
195m 宙水湧水 A	4.0	30.5	28.8
175m 湧水 C	4.3	27.2	5.7
175m 湧水 C	4.7	19.1	2.4

(代表的な測定値、濃度は ppm)

台地平坦面標高は 200m で上の 2 つは
2001 年 8 月下旬、豪雨直後の採水で、最
下段は漏水期の測定値

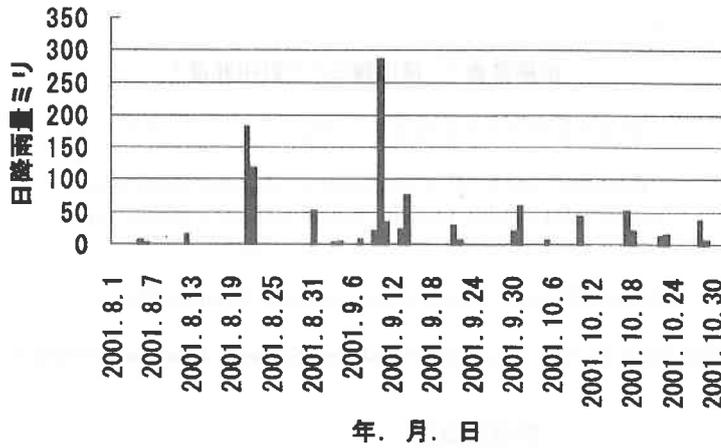


図1、牧の原台地における降雨量
(金谷茶業研究拠点、2001年8~10月)

[結果の概要]

2001年8月から10月の降雨について、野菜茶業研究所の観測データを図1に示した。

2001年8月21~22日に台風によって298mm(最大時間雨量67mm8/21、14~15時)、同じく9月9~11日に340mm(同38.5mm9/10、8~9時)の豪雨があった。湧出標高の異なる湧水ポイントについて、表1に観測地点の説明を示した。

図2から図6に湧出量はじめ水温など主要な観測データを示した。8月の上記降雨の前までは常に湧出している湧水の湧出量はかなり低下していたが、この豪雨によって急激に上昇した(1日後の観察)。同時に、通常時には湧水の見られない牧ノ原レキ層のガケ(A185m宙水:台地面から約15m下、B195m宙水同約7m下、以下では宙水と呼ぶ)や台地茶園のはじめの傾斜部分(茶園の面から2~3m程度下、以下では茶園湧水と呼ぶ)から勢いよく水が噴出していた。茶園湧水は豪雨終了後約2~3日の短期間のみ湧出が継続した。宙水(AとB)

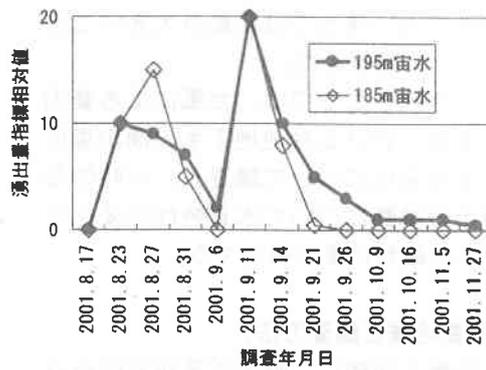


図2、宙水の湧出量指標
注) 宙水の湧出量は計測困難のため、最大を20とし相対指標で示した

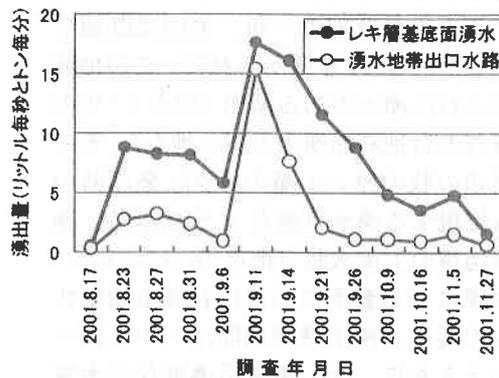


図3、豪雨前後の湧水の湧出量変化

は豪雨終了後2週間～3週間湧出が継続し、宙水湧水Aがより長期間継続した。これらA、B2つの一時的な湧水は常に湧出する湧水Cに比べるとpHが低く電気伝導度も高い傾向にあった。湧水地帯出口水路Dと湧水Cでは豪雨による希釈のためとみられる豪雨後の一時的な電気伝導度の低下が観測された。湧出水の水質成分の一部測定値を表2に示した。豪雨後に一時的な湧出を示した宙水では、pHが4.0付近で、常時水が湧く湧水(4.5内外のことが多い)より酸性が強く、硝酸イオンやアルミニウムイオンも多く、特にアルミニウムが多かった。

[考察]

牧ノ原台地の茶園地帯の地下のレキ層は牧ノ原レキ層と呼ばれ約10万年前に大井川が堆積したレキ層で、層厚は厚いところでは30m以上ある(長田1980)。牧ノ原台地の茶園地帯から湧出する地下水は、長年の過剰施肥によって強酸性化していることが知られているが、今回の調査から、豪雨直後にレキ層の途中から一時的に湧出する地下水が強酸性でアルミニウムイオンなど生物に有害な成分をとくに多量に含んでいることが分かった。このような一時的な湧水が出現する理由としては、牧の原レキ層中に粘土質で比較的透水性の低い部分があり、その層の上面に出現する一時的な帯水層(宙水層)が台地端から直接外部に湧出しているためではないかと考えられる。宙水層形成については、目下研究所内にボーリング孔を設置して調査を継続中である。強酸性で高濃度のアルミニウムを含む流出水は、水系の生物への影響が著しいことが予想されるので、牧の原台地からの茶園流出水の水質モニタリングにあたっては、豪雨後に出現するこの

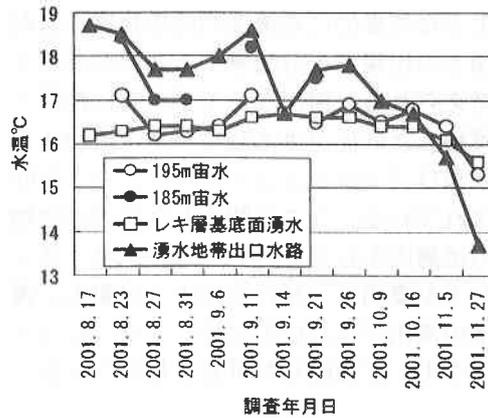


図4、地点別湧水の水温変化

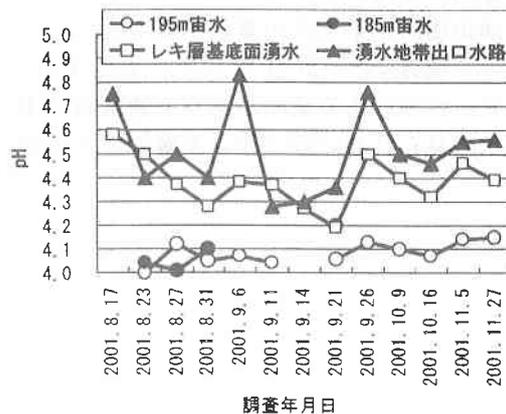


図5、地点別湧水のpH変化

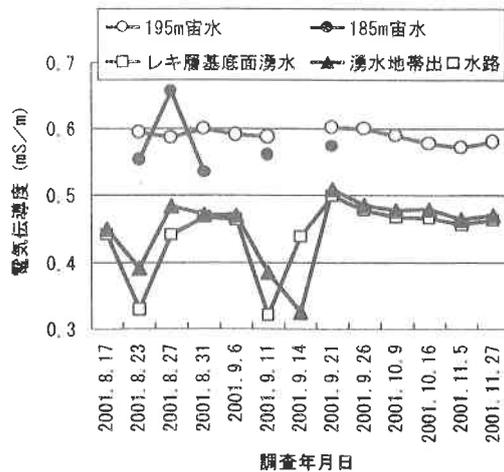


図6、地点別湧水の電気伝導度変化

ような特異的に高濃度の汚染物質を含む湧水の出現に十分配慮する必要があると考えられる。河川などで平水時に沈殿・堆積した底泥が洪水時に一挙に流出する現象は「フラッシュ・アウト」などと呼ばれている。ここに報告した牧の原台地の地層内からアルミニウムや水素イオンなどが豪雨後一挙に流出する現象も、濁水の流出ではないものの「フラッシュ・アウト」に類似した現象と考えられる。

摘要

豪雨の前後における牧の原台地地下水の湧出場所による流出量と水質の変化について調査した。2001年8月と9月9～11日に台風による豪雨があり、通常時は湧水の見られない牧ノ原レキ層のガケや台

地茶園の法面部分から地下水が噴出していた。一時的な湧水（宙水）は豪雨終了後3週間程度湧出が継続した。一時的な湧水は、pHが4.0付近で、常時水が湧く湧水（4.5内外のことが多い）より酸性が強く、硝酸イオンやアルミニウムイオンも多く、水質に及ぼす影響がより大きかった。

引用文献

- 松尾喜義. 2002. 牧の原台地の湧水流量に及ぼす降雨の影響. 農気東海誌, 60: 11-14.
- 長田敏明. 1980. 静岡県牧の原台地の形成過程. 第四紀研究, 19: 1-14.

熱収支法による商用大型温室の換気率測定

林 真紀夫・金子拓生・福田裕貴

東海大学開発工学部

Measurement of ventilation rate of large commercial greenhouses based
on heat balance method

Makio Hayashi, Takuo Kaneko and Yuuki Fukuda

School of Biological Science and Technology, Tokai University

1. はじめに

筆者らは温室の細霧冷房運転法について検討を行っており、運転設計上、温室の換気率を推定する必要がある。温室の換気率の大小は、屋外風速・風向などの気象条件とともに、換気窓の配置・形状・面積・開口位置、温室形状など温室の諸元に関係するところが多い。しかし、夏期における自然換気時の換気率測定例はほとんどなく、どのような型式の温室でどの程度の換気率か、その概略的数値を把握しておく必要がある。最近では、日本型両屋根式多連棟温室のほかに、欧州で多く見られるフェンロー型大規模温室も増えつつある。このようなことから、今回、比較的大型の日本型（従来型）温室および大型フェンロー温室を供試した計測を行い、計測結果をもとに熱収支解析を行うとともに、熱収支法により換気率を求めた。

2. 材料および方法

(1) 供試温室

測定には、表-1に示す3棟の温室を供試した。いずれもトマト栽培の商用ガラス温室であった。3棟のうち2棟は日本型（従来型）温室で、床面積 1733m^2 の3連棟温室（以下、A温室）および床面積 1814m^2 の4連棟温室（以下、B温室）であり、換気窓は、天窓、側窓および妻面窓であった。他の1棟は大型フェンロー温室であり、床面積 10368m^2 の24連棟温室（以下、C温室）で、換気窓は天窓のみであった。

(2) 測定方法

測定は、A温室については1995年8～9月、B温室については2001年8月、C温室については2001年7～8月に行った。測定時は、温室のいずれの換気窓も、ほぼ全開であった。

測定項目は、温室内外乾湿球温度（通風測定）、温室内外水平面日射量、温室内反射日射量、屋外風速、温室内地表伝熱量（熱流板で測定）などであった。

表-1 換気率測定温室の諸元

項目	A. 従来型温室	B. 従来型温室	C. 大型フェンロー温室
建設場所	神奈川県横浜市	静岡県三島市	栃木県大平町
連棟数	3連棟	4連棟	24連棟
被覆材	ガラス	ガラス	ガラス
寸法 床面積	1733m ²	1814m ²	10368m ²
被覆面積	2429m ²	2832m ²	13883m ²
間口	31.5m (10.5m×3連棟)	48m (12m×4連棟)	96m (4m×24連棟)
奥行	55m	37.8m	108m
棟高	5.0m	6.8m	5.5m
軒高	2.5m	3.4m	4.3m
平均高	3.8m	5.1m	4.9m
換気窓 (開口面積)	天窗 (240m ²) 側窓 (218m ²) 妻面窓 (30m ²)	天窗 (370m ²) 側窓 (109m ²) 妻面窓 (113m ²)	天窗 (2333m ²)
窓開口面積/床面積比	28.2%	32.6%	22.5%
窓開口面積/被覆面積比	20.1%	20.9%	16.8%

(3) 解析方法

熱収支解析には次式を用いた。

$$Q_{solar} = Q_{ven} + Q_t + Q_{soil}$$

ここで、 Q_{solar} : 温室内吸収日射量 ($J \cdot h^{-1}$)、 Q_{ven} : 換気伝熱量 ($J \cdot h^{-1}$)、 Q_t : 貫流伝熱量 ($J \cdot h^{-1}$)、 Q_{soil} : 地表伝熱量 ($J \cdot h^{-1}$)。なお、 Q_{solar} は温室内への熱流を正符号、 Q_{ven} 、 Q_t 、 Q_{soil} は温室外への熱流を正符号とした。

Q_{solar} は、実測した温室内水平面日射量-温室内反射日射量とした。 Q_{soil} は、熱流板による測定値に床面積を乗じた値とした。 Q_t は、温室内外気温差に熱貫流率 ($6.75 W \cdot m^{-2} \cdot ^\circ C^{-1}$) および被覆面積を乗じることで推定した。 Q_{ven} は、上式の残差として求めた。

換気率 q ($m^3 \cdot m^{-2} \cdot h^{-1}$) は、 Q_{ven} および温室内外乾湿球温度より求めた湿り空気状態値 (エンタルピーおよび比容積) から、次式を用いて算定した。

$$q = Q_{ven} \div \left\{ A_f \times \left(\frac{i_{in}}{v_{in}} - \frac{i_{ou}}{v_{ou}} \right) \right\}$$

ここで、 Q_{ven} : 換気伝熱量 ($J \cdot h^{-1}$)、 A_f : 温室床面積 (m^2)、 i : 空気エンタ

ルピー ($J \cdot kg^{-1}$)、 v : 空気比容積 ($m^3 \cdot kg^{-1}$)、 i_{in} 、 i_{ou} : 温室内、温室外。

3. 結果および考察

(1) 温室内吸収日射量と換気伝熱量

図-1 に、従来型3連棟温室 (A 温室) および大型フェンロー温室 (C 温室) における温室内吸収日射量 (Q_{solar}) と換気伝熱量 (Q_{ven}) の関係を示す。図中の斜め線は Q_{solar} と Q_{ven} の 1:1 の関係を示す線である。 Q_{solar} が多くなれば、換気によって屋外に排出される Q_{ven} も直線的に増加することが分かる。また、 Q_{solar} に対する Q_{ven} の割合は、A 温室で平均 86%、C 温室で平均 86%であり、 Q_{solar} に起因する発熱量の大部分が、 Q_{ven} として温室外へ排出されている。すなわち、 Q_t および Q_{soil} による熱流量の和が Q_{solar} に占める割合は、両温室ともに 14% と比較的小さいことが分かる。

Q_{solar} に対する Q_{ven} の割合は、温室が異なっても、通常の条件下では、今回の測定結果 (86%) のほぼ±10%の

範囲内と推定される。

以下で述べる通り、換気率は屋外風速でかなり変動するため、測定値に1割程度の誤差が生じたとしても問題は小さいと考えられる。したがって、換気率算定の際は、1割程度の誤差を許容するなら、 Q_{solar} に80~90%を乗じることで Q_{ven} を推定できる。この方法をとれば、地表伝熱量の測定および貫流伝熱量の推定計算を省略できる。すなわち、日射量の測定のみで Q_{ven} を推定でき、測定を簡略化して換気率の概略値を得ることができる。

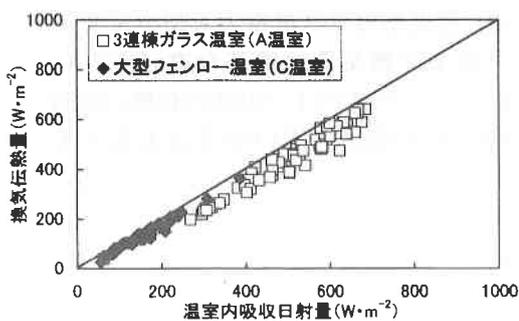


図-1 温室内吸収日射量 (Q_{solar}) と換気伝熱量 (Q_{ven}) の関係

(2) 乾湿球温度の測定高さ と換気率

換気率を算出する場合、温室内空気の混合が十分で、湿り空気の状態値(乾湿球温度)が温室内空間で均一であるとの前提がある。不均一な場合は、どの測定点の測定値を用いるかで算定結果が異なる。図-2に、C温室において、温室内高さ1.0mおよび高さ4.7mの2か所の同時刻の乾湿球温度測定値を用いて算定した換気率の比較を示す。

高さ1.0mの乾湿球温度から求めた換気率と高さ4.7mの乾湿球温度から

求めた換気率では、両者間に差がみられた。全算定値平均で比較して、高さ1.0mの乾湿球温度から求めた換気率は、高さ4.7mの乾湿球温度から求めた換気率の1.25倍であった。

換気窓に近い高い位置では、屋外風速の影響により湿り空気状態が屋外のそれに近づくことがあること、また栽培空間でも高さにより乾湿球温度に差異がみられることから、換気率算定にあたっては、換気窓からある程度離れた栽培空間での数箇所の測定値平均を温室内の代表値として用いるのがよいと考えられる。

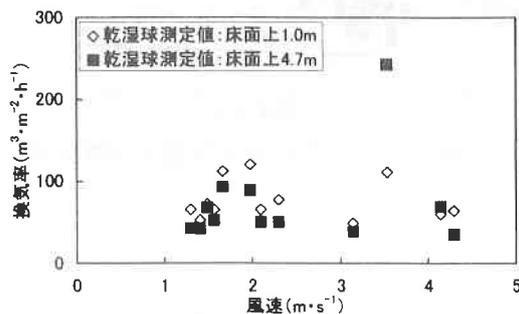


図-2 乾湿球温度測定位地と換気率 (フェンロー型温室 (C温室))

(3) 各温室の換気率

図-3に、従来型温室2棟(A温室およびB温室)、および大型フェンロー温室(C温室)について求めた換気率を、屋外風速との関係で示す。いずれも換気窓をほぼ全開にしたときの値である。

換気率は、いずれの温室においても、概略、屋外風速の増加に伴い増加した。ただし、大型フェンロー温室では、その勾配は小さかった。

今回の測定では、従来型の温室に比べ、大型フェンロー温室の換気率がかなり小さかった。この差異は、側窓の有無、窓面積／床面積比の違いなどによると考えられた。まだ測定事例が少ないので、今後、類似型温室、さらには温室大きさや窓形状など、諸元の異なる種々温室での側定例を増やす必要がある。

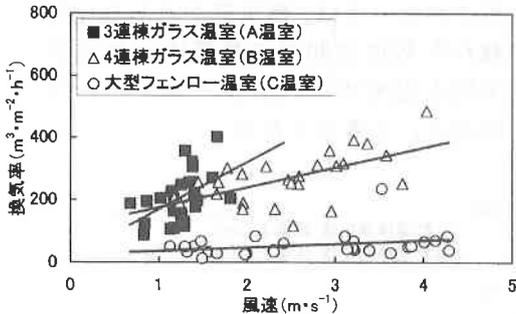


図-3 屋外風速と各温室の換気率

4. まとめ

従来型温室 2 棟および大型フェンロー温室について環境計測を行い、計測値をもとに熱収支解析および熱収支法による換気率算定を行い、以下の結果を得た。

- (1) 測定を簡略化した換気率の求め方を示した。
- (2) 換気率算定に用いる温室内部乾湿球温度の測定位地により、換気率算定値に多少の違いが生じた。したがって、栽培空間での数箇所の測定値平均を温室内の代表値として用いるのがよいと考えられた。
- (3) 従来型ガラス温室と大型フェンロー温室で換気率に顕著な違いがみられた。この違いは、側窓の有無、窓面積／床面積比の違いなどによると考えられた。

長段トマトを栽培している高軒高温室の冬季の温湿度環境

細野達夫・細井徳夫

野菜茶業研究所

Thermal Environment in a High Eaves Greenhouse
in Which Tomatoes are Grown in Winter

HOSONO, T. and HOSOI, N.

National Institute of Vegetable and Tea Science

1 はじめに

従来の温室（軒高 2m 程度）よりも軒が高い、いわゆる高軒高温室は、作物の生育環境や人間の作業環境が好適に維持できるといわれている。しかし、日本に設置された高軒高温室内の気象環境について詳細に測定された例は、作物栽培時、非栽培時に関わらずあまりない。筆者らは、長段（長期取り多段）トマトを栽培している高軒高温室内の温湿度環境を長期的にモニタリングし、温室内の温湿度環境特性を把握するとともに、種々の環境制御システムの効率的利用法について検討している。ここでは、長段トマトを栽培した状態の冬季の高軒高温室内の温湿度環境について、特に鉛直分布に着目して解析した結果を報告する。

2 研究方法

2.1 温室

温室は2連棟（南北棟）であり、単棟のサイズは、間口 10m、奥行き 20m、棟高 6.5m、軒高 4m である。鉄骨組硬質プラスチック温室であるが、天窓と側窓、入口の戸はガラスである。環境制御コンピュータ（ESD 製、グリーン

マイコン 01）により、天窓・側窓の開閉、換気扇、暖房機（温風暖房機）、遮光カーテン等を制御している。冬季（12月～3月）の換気は天窓のみによって行い、側面は PO フィルムによる内張りが施されている。夜間（17時～6時）は遮光カーテンおよび保温カーテンが展張される。暖房温度は、10℃または 13℃とした。この温室の東棟では養液栽培、西棟では養液土耕栽培によりトマトが栽培されている。養液栽培では加温により養液温度が 18℃以上に保たれていた。

2.2 温湿度環境の測定

各棟の中央付近の3高度（0.9m、2.0m および 3.5m）で気温・湿度をデータロガー（キャンベル社製、CR23X）により1分おきに計測し、10分毎にその間の平均値を記録した。

温室外では、気温・湿度、風向・風速、雨量、日射量をデータロガー（キャンベル社製、CR10X）により1分おきに計測し、10分毎にその間の平均値（あるいは積算値）を記録した。温湿度センサー（キャンベル社製、CS615）はいずれも通風筒の中に入れた。

本報では、冬季（2001年12月～2002

年 2 月) の温湿度環境の測定データの結果を用いて解析する。

2. 3 長段トマト栽培の状況

本報で解析対象とする期間に温室内で生育していたトマトに関する栽培の概要は下記の通りである。

表 1 養液土耕栽培トマトの草丈

月日	草丈, cm
11 月 20 日	88.3
12 月 5 日	113.7
12 月 20 日	140.4
1 月 5 日	176.0
1 月 21 日	208.6
2 月 5 日	236.5

養液栽培の栽培期間は、2001 年 3 月から 2002 年 3 月までであり、2001 年 8 月以降、トマトの生長点の位置は高さ

3.5m 付近に維持されていた。一方、養液土耕栽培のトマトは、2001 年 10 月 23 日に定植されたものであり、その間の草丈の変化は表 1 の通りである。

3 結果と考察

冬期の晴天日の温室内各高度における気温・湿度 (飽差および絶対湿度) の変化の例を図 1 に示す。

図中の気温傾度は、高度増加に対する気温増加割合であり、x 軸に地面からの高さ、y 軸に気温をとったときの直線回帰式の傾き ($^{\circ}\text{C}/\text{m}$) と定義する。晴天の昼間、換気窓があまり開かない場合 (図 1 の 1 月 13 日の 13 時あたりまで) には、ハウス内気温は高度により大きな差が生じた。この場合、鉛直方向の気温傾度は $0.7\sim 1.0^{\circ}\text{C}/\text{m}$

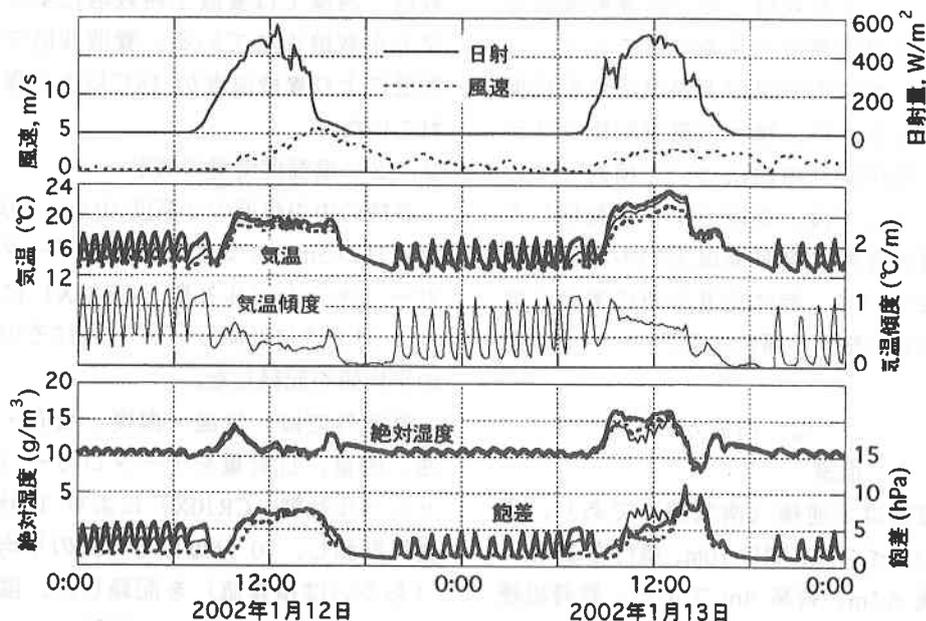


図 1 冬季晴天日のハウス内各高度における気温・湿度の変化の例
 気温、絶対湿度および飽差の各要素について、太実線、細実線および太点線はそれぞれ高度 3.5m、2.0m および 0.9m における値を示す。

以上に達した。一方、天窓が開き、換気がなされる場合には気温傾度は $0.5^{\circ}\text{C}/\text{m}$ 以下であった(図1の1月12日の11:00~15:00 付近)。曇天時には気温傾度は概して小さかった。

夜間の暖房機稼働時にもハウス内気温は高度により大きな差が生じ、気温傾度は $1\sim 1.5^{\circ}\text{C}$ の範囲であった。外気温が低く、暖房機が継続して稼働した場合の温室内各高度における気温・湿度(飽差および絶対湿度)の変化の例を図2に示す。夜間、暖房機が稼働しない場合には、気温傾度は $0.2^{\circ}\text{C}/\text{m}$ 以下である。

絶対湿度の高度による差は概して小さいが、晴天の昼間で換気があまりなされない場合にはやや高度により差異が生じた。夜間は概して、絶対湿度の高度による差異は小さい。そのため、気温傾度が大きいときには、高度が高いほど飽差が大きくなる。

冬季夜間、高軒高温室内の低所では高所に比較してかなり低温・高湿とな

ることが明らかとなった。このことが病害発生危険性を増大させる等、悪影響が予想される場合には、鉛直方向の気温湿度の不均一さを解消するための何らかの環境調節機器を導入するか、植物を高設ベッドで栽培する等の方策を検討する必要がある。

ただし、暖房装置が温湯管暖房の場合、あるいは温風暖房でも吹き出し口の配置によっては鉛直気温・湿度分布の特性は本報と異なると推察されるので、今後さらに検討したい。

なお、本報の対象ハウスとほぼ同形状で軒高のみ異なるガラス温室(軒高2m、棟高4m)において、同様の作物栽培条件下での棟直下付近の鉛直気温傾度(高度0.5m、2.0m および3.0mの気温から計算)の最大値は、本報における場合と同程度であった(未発表)。また、植物がない場合(または小さい場合)には、気温傾度は小さい傾向があった。これらの点についても今後整理していきたい。

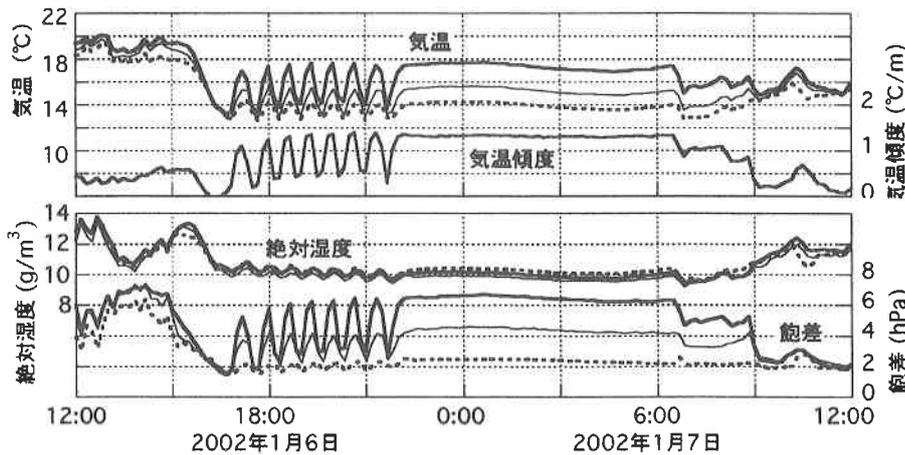


図2 冬季夜間、暖房機連続稼働時のハウス内各高度における気温・湿度の変化の例
 気温、絶対湿度および飽差の各要素について、太実線、細実線および
 太点線はそれぞれ高度3.5m、2.0mおよび0.9mにおける値を示す。

長段トマト養液土耕栽培からの N_2O 発生量

細野達夫・細井徳夫

野菜茶業研究所

N₂O Emission from the Long-Term Tomato Cultivation
Using a Drip Fertigation System

HOSONO, T. and HOSOI, N.

National Institute of Vegetable and Tea Science

1 はじめに

農耕地への施肥窒素は、温室効果ガスである一酸化二窒素(N_2O)の主要な放出源の一つとされている。このことに関する現在の主要な課題は、農耕地からの N_2O 放出量の推定精度を向上すること、および N_2O 放出量の削減技術を開発することである。その課題の解決に貢献するため、筆者らは施設果菜類栽培からの N_2O 放出量を栽培期間に渡って連続的に測定し、種々の検討を行っている。

本報では、長段トマトを慣行施肥法と養液土耕法により栽培し、両者からの N_2O 放出量を栽培期間を通して測定した結果を比較した。その結果から、環境保全的かつ効率的な栽培法として近年注目されている養液土耕栽培による N_2O 放出量削減の可能性について考察した。

2 研究方法

2.1 温室

栽培温室は南北棟のガラス温室である(総床面積 $46.35m^2$)。温室内には隔離ベッド(縦横 $8m \times 0.8m$ 、深さ $0.4m$)が2列配置(埋設、南北畝)されてい

る。したがって、南北の枕地を除くと、温室床面積は $36m^2$ となる。以下、施肥量等を単位面積あたりで表す場合には、慣例に従って、この枕地を除いた面積あたりで表記する。作土層の厚さは $20cm$ であり、その下の砂利層との間には遮根透水シートが敷かれており、根は作土層外には侵入しない。ベッドの下部1カ所に排水口がある。

作土は、試験場内の林地産の土壌(細粒質黄色土)である。

2.2 長段トマトの栽培

2002年3月~2002年9月にトマト(*Lycopersicon esculentum* Mill)の長期多段取り(長段)栽培を行った(3月18日定植。品種:サターン)。1ベッドあたり2条植え(条間、 $40cm$)とし、南北方向の株間は $30cm$ であり、1列あたりの個体数は50(温室単位床面積あたり 2.8 本/ m^2)である。栽培は、一方のベッドでは慣行施肥(以下、基肥区)で、他方では養液土耕(以下、養液土耕区)で行った。

両区とも、堆肥(稲わら堆肥)を施用(約 $28gN/m^2$)した。基肥区では基肥として、化成肥料を施肥($10.7gN/m^2$)した。基肥区における追肥は、植物の

状態を見ながら、適宜、肥料（大塚化学、OKF-5。硝酸態窒素、アンモニア態窒素および尿素態窒素をそれぞれ7.8%、1.2%および6.0%含有）を灌水に混ぜて行った。基肥区では灌水は、点滴装置（ネタフィルム社製）によりおこなった。場所による灌水量の違いがないように、点滴装置は15cm間隔でベッド全面に均等に配置した。

養液土耕は、細井（2001）に準じた方式を用いた。灌水は点滴チューブ（エデン A。ドリップ間隔：30cm）を用いた。養液土耕区における肥料は、基本的にはOKF-5を用いたが、9月の約2週間は大塚2号（硝酸カルシウム）を用いた。

2. 3 通気式チャンバー法によるN₂Oフラックス測定

土壌面からのN₂O放出速度は、通気式チャンバー法と赤外線N₂O分析計

（日本サーモエレクトロニクス製、Model46C）を用いて、連続的に測定した（図1）。ポンプは定流量回路つきミニポンプ（柴田科学製、MPΣ-300）を用い、チャンバーへの通気流量は1.3ℓ min⁻¹とした。基肥区と養液土耕区を交互に測定した。

3 結果と考察

長段トマト栽培期間を通してのN₂O放出速度（1日あたりの放出量）の変化を図2に示す。

基肥区では、基肥施肥後から徐々にN₂O放出速度が増加し、基肥施肥後30日くらいにピークをとった。その後減少したものの、60日以降はふたたび増加し、100日目付近までは大きな変化が無く推移した。この間の変化は、土壌水分の変化に対応している可能性がある。100日目以降は徐々に減少したが、これは、植物の状態などから判断

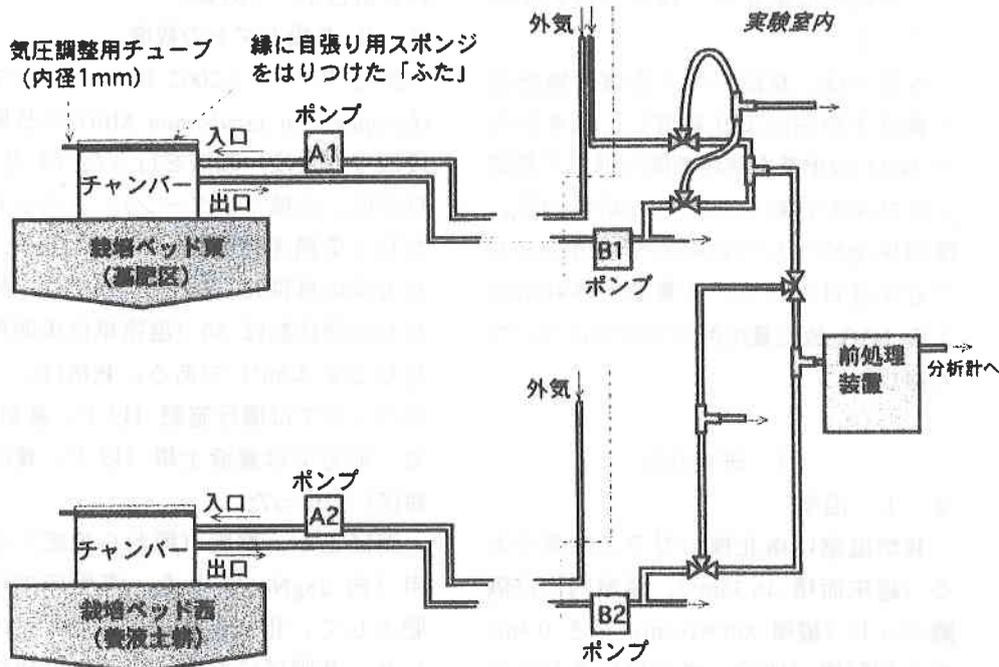


図1 通気式チャンバー法によるフラックス測定概念図

して、土壤中の窒素が減少したためと推察された。追肥施用後はただちに N_2O 放出速度は増加し、比較的早く減少し始めるという傾向であった。

養液土耕区においては、基肥施肥（基肥区に対する）後 60 日頃までは N_2O 放出速度は非常に低く推移した。これは、苗が小さい間は液肥を灌水に混ぜないので、硝化がほとんど生じないためと推察される。基肥施肥後 20 日あたりまではやや増加傾向が見えるが、前作の残肥や残存植物に由来する窒素が存在していたためと推察される。養液土耕区では窒素施肥量の増加とともに N_2O 放出速度は増加し、基肥区と同等以上になった。

生育期間を通しての N_2O 放出量、施

肥窒素量および排出係数（施肥窒素量に対する N_2O 放出量の割合）を表 1 に示す。

排出係数はいずれも 0.1%以下であった。黄色土畑はクロボク土等に比較して N_2O の排出係数が小さいことが知られているが、本報の結果は黄色土露地畑で報告されている値と同等か、それ以下である。本報の施設に関する限り、施設畑で露地より排出係数が大きくなるということはないと考えられる。

生育期間を通しての施肥窒素量は、養液土耕区の方が多結果となった。本来、養液土耕栽培は慣行栽培よりも施肥量の削減が可能な栽培法であり、この結果は筆者の施肥管理の失敗に起因するものである。基肥施肥後 130 日

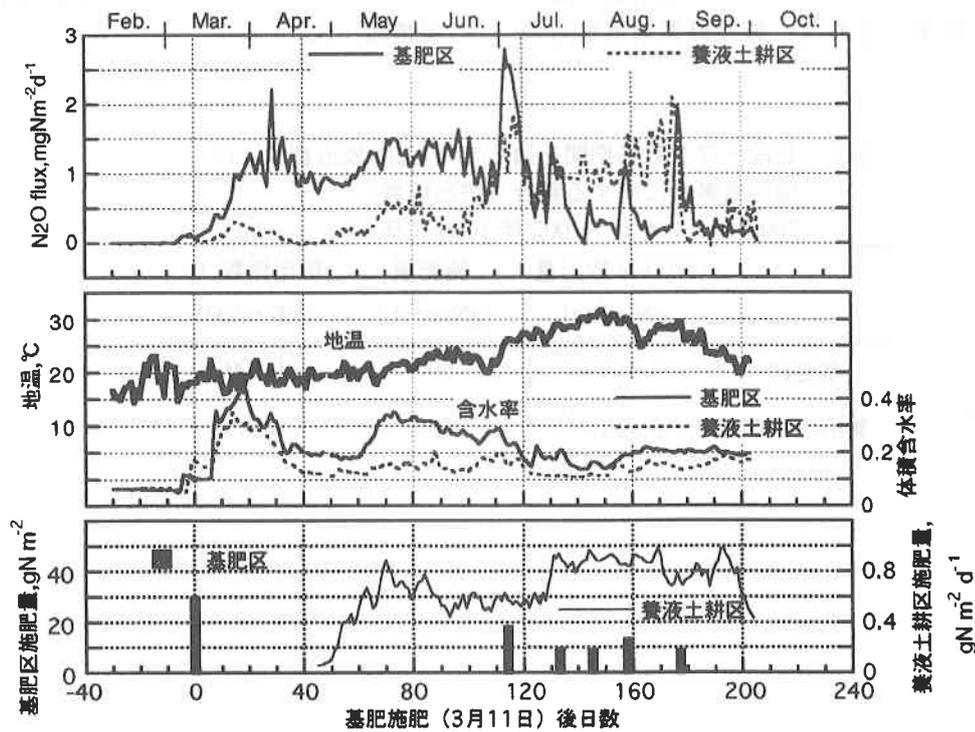


図2 長段トマト栽培期間の N_2O 放出速度、土壌体積含水率、地温および施肥窒素量の変化

目あたりから、養液土耕区の方が基肥区よりも N₂O 放出速度が大きくなったのは、植物吸収量に比して多量の窒素を施肥したためと推察される。

また、養液土耕区では、栽培終了時にも窒素（硝酸態）が多量に残留しており、その後、蒸気による土壌消毒を行った際に、急激な N₂O 放出（総量は未確認）が観測された。蒸気消毒では、高温と土壌水分飽和により急激に還元が進行するため脱窒が生じるものと推察されるが、この点についてはさらに検討が必要である。

栽培期間全体では、養液土耕区の N₂O 排出係数は基肥区より 15%程度小さかった。施肥量が削減できなかったため、栽培期間を通しての放出量は 10%程度の削減にとどまったが、施肥量を適切に削減できれば、施設野菜栽培からの

N₂O 放出量を大幅に削減できる可能性があると考えられる。

また、基肥施肥後 175 日から約 2 週間、養液土耕区で N₂O 放出速度は急激に低下したのは、肥料を硝酸カルシウムに変えたことに対応する。これは土壌含水率が小さく、酸化的条件であったと推察されることから、脱窒はほとんど生じなかったためと考えられる。今後、養液土耕の施肥窒素を硝酸態窒素のみにすることも、N₂O 放出量を大幅に削減する方策として有望であろう。

引用文献

細井徳夫, 2001: トマト個体群葉面積の適正制御が可能な養液土耕装置の開発. 平成 12 年度野菜・茶業研究成果情報, 1-2.

表 1 長段トマト栽培期間を通しての N₂O 放出量および施肥窒素量に対する割合（排出係数）
2002 年 3 月 6 日～2002 年 10 月 3 日

	N ₂ O-N 放出量 gN/m ² (a)	施肥量 gN/m ² (b)	排出係数, % (a/b×100)
基肥区	6.07 10 ⁻²	60.4	0.100
養液土耕区	5.62 10 ⁻²	66.5	0.085

水稻の登熟期間の日照が乳白米発生に及ぼす影響について

鍵谷 俊樹・松村 博行

岐阜県中山間農業技術研究所

The effect of the sunlight at ripening period of the paddy rice for the milky white rice

Toshiki Kagiya and H Matsumura

Gifu Pref. Res. Inst. for Agricultural Sciences in hilly and mountainous areas

1. はじめに

米の過剰供給により、実需サイドからの要望は良食味だけでなく、外観品質の更なる向上が必須条件になってきている。

本県の外観品質低下の要因は、カメムシ食害による斑点米混入、登熟後期の早期落水又は収穫後の急激乾燥による胴割れ米発生及び登熟期間の生理障害と考えられる乳白米の発生などがあるが、乳白米対策は十分無いのが現状である。

岐阜県において乳白米の混入が発生が原因で検査等級の格付けを低下させているのは、うるち米検査数量の約1~10%であるが、乳白米の発生が最も多い‘コシヒカリ’の平成13年実績では検査数量の26%が乳白米である(第1表)。

第1表 岐阜県の乳白米発生の推移

(名古屋食糧事務所岐阜支所調べ)

年度	H11	12	13
乳白発生量 ¹	1549(1405)	282(58)	1555(1273)
比率	5.8(25.8)	1.4(1.4)	9.6(25.9)

注1 うるち米合計、単位は(t)

()内はコシヒカリ

飛騨地域における品質低下の原因も同様に、乳白米の発生がここ数年で目立つようになってきている。

乳白米は精米時に碎けやすく精米歩留ま

りが低下すること、異品種混入と誤解されてクレームが多く、原因の解明と対策が求められている。

うるち米の粒は、デンプンが正常に密に集積すれば透明感のある粒になるが、乳白米は玄米の中にデンプンの集積が粗い部分が発生し、透明な米の中に白い部分が生ずるもので、玄米を横方向に切断すると、輪状態等に白い層があることが特徴である(写真1)。

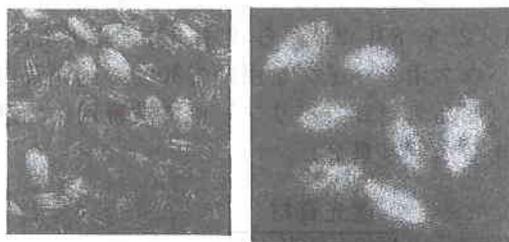


写真1 乳白米

乳白米発生の原因について松尾らは、品種の特性及び登熟期間の高温を指摘している。しかし日気温較差の大きい山間部の飛騨地域における乳白米の発生は高温はないと考えられる。

本研究では、飛騨地域における乳白米の発生要因の解明のため、遮光処理による日照不足が乳白米の発生に及ぼす影響について検討した。

2. 材料および方法

供試品種は大粒系の‘フクヒカリ’及び小粒系の‘飛系67号’を用いた。4月26日に播種、5月8日にY社製のトラクターを用いて、代かき、整地し、5月13日に、K社製4条田植機で本田に移植した。

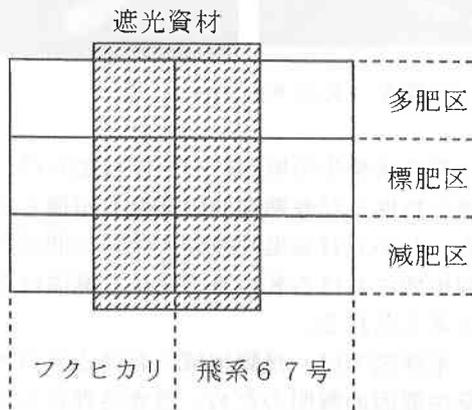
施肥は基肥量を、地域慣行である標準区、その30%増の多肥区、30%減の減肥区とし(第2表)、追肥により調整した。なお、リン酸、カリについても、標準区の±30%とした。

第2表 窒素施肥量 (kg/a)

試験区	基肥	追肥	穂肥	合計
施肥時期 (5.08)	(5.13)	(7.13)		
標肥	0.39	0.16	0.30	0.85
減肥	0.39	0	0.30	0.69
多肥	0.39	0.32	0.30	1.01

施肥時期 () は、月・日

試験区は第1図のように、供試品種・系統を並べて植え、プラスチック製の波板で囲い試験区を分割した。この試験区の約1/2を8月2日から9月8日まで雨よけハウス用のパイプを用いて30%の遮光資材(商品名‘日石ワリフ’)で被覆用いて遮光した(写真2)。



第1図 試験区の配置

調査は、施肥水準ごとに、生育や収量、枝梗別及び粒度別乳白米発生分布を調査した。

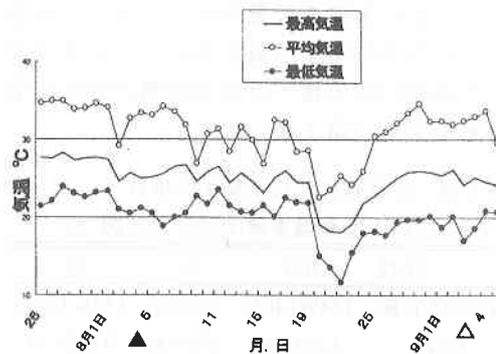


写真2 研究ほ場の遮光風景

3. 結果及び考察

(1) 気象

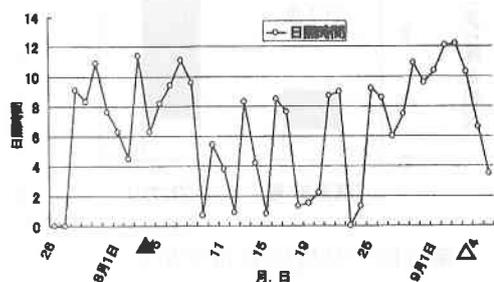
最高気温は、出穂期前の7月下旬から連日30℃を越え、7月27日は34.9℃に達した。出穂後の8月20日から23日は25℃以下に、最低気温は8月22日に11.7℃と一時的に下がったが、8月25日から再度30℃以上の高温で推移した(第2図)。



第2図 登熟期間における気温の推移
(観測地：高山AMeDAS)

▲：出穂期、△：成熟期

7月28日から8月8日まで多照で、8月9日から20日までは多寡照を繰り返し、その後25日から多照となった(第3図)。



第3図 登熟期間における日照の推移
▲：出穂期、△：成熟期

(2) 水稻の生育・収量

供試した両品種・系統ともに、窒素施肥量が多いほど玄米重が多くなる傾向となったが、‘フクヒカリ’の多肥区では、標肥以上の増収効果は認められなかった。これは品種の収量限界のためと思われる。また、遮光することで成熟期は3～5日遅れ、収量は約2～3割少なくなった(第3表)。

第3表 生育等

	出穂期 (月日)	成熟期(月日)		玄米重(kg/a)		
		対照	遮光	対照	遮光	
フ	減肥	8.03	9.06	9.08	53.0	37.7
ク	標肥	8.03	9.06	9.10	70.3	49.5
	多肥	8.04	9.07	9.10	69.1	59.9
飛	減肥	8.03	9.07	9.12	60.0	49.9
系	標肥	8.03	9.07	9.14	69.5	51.4
67	多肥	8.03	9.08	9.15	72.4	55.8

フク=フクヒカリ、飛系67=飛系67号

(3) 遮光処理が乳白米発生に及ぼす影響

乳白米の発生は遮光処理により増加し、大粒系の‘フクヒカリ’で特に多く、品種間差が認められた(第4表)。

これは遮光により気温の低下は少なく、日照不足による光合成速度が低下し、玄米のデンプン集積が不十分になり、乳白米の発生につながったと考えられる。今後は光合成速度の調査を実施しこれを明らかにし

たいと考えている。

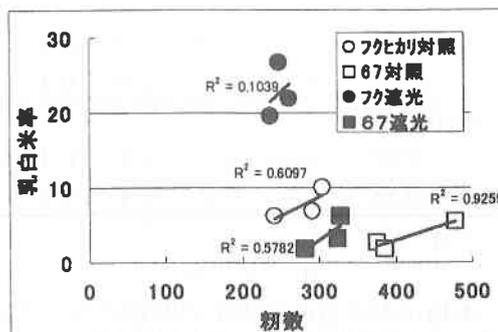
第4表 乳白米発生割合 (%)

		対照区		遮光区	
		対照	遮光	対照	遮光
フ	減肥	1.81(0.41)	19.51(2.50)		
ク	標肥	3.16(0.62)	26.63(5.43)		
	多肥	6.24(1.90)	21.85(2.14)		
飛	減肥	2.62(1.36)	6.19(1.13)		
系	標肥	1.89(0.92)	10.08(1.87)		
67	多肥	5.57(0.84)	6.90(1.02)		

n = 5 () 内は標準偏差

次に小粒系品種の‘飛系67号’は、籼数が増加するほど乳白米は多くなる傾向であったが、遮光処理による乳白米増加は無かった。一方大粒系品種である‘フクヒカリ’も同様に籼数が増加すると乳白米が増加する傾向であり、さらに遮光処理により乳白米は多くなった(第4図)。

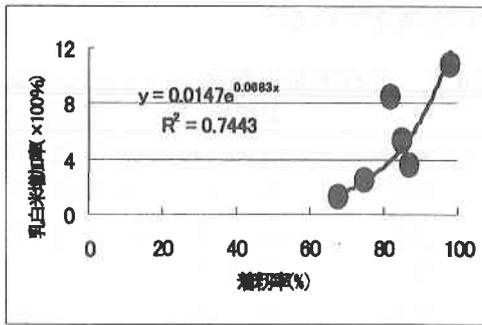
このことから、籼数が増加すると乳白米は増加しやすく、また小粒系品種より大粒系品種ほど遮光の影響を受けやすいことが考えられた。



第4図 籼数と乳白米の関係

籼数が多いと乳白米の発生が多くなる傾向にあり、籼数と、乳白米の発生率との間には正の相関が認められ、籼数が減少すると乳白米の発生が抑制された(第5図)。

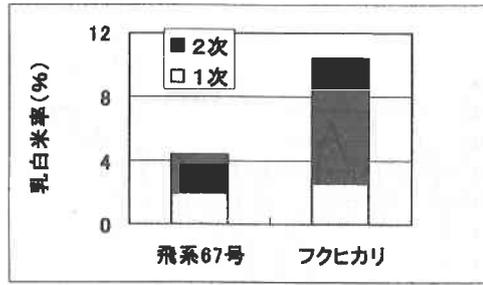
このことから、籼数の制限を行うことで、乳白米の発生を抑制することができると思われた。



第5図 着粒率と乳白米増加率の関係

(4) 枝梗別乳白米の発生

枝梗別に乳白米の発生について調査した結果、両品種ともに2次枝梗での乳白米の発生が多くなる傾向で、特に‘フクヒカリ’では、多くなった(第6図)。これは、2次枝梗には弱勢穎花が多いため²⁾、強勢穎花の多い1次枝梗と養分の競合が生じたためと思われる。



第6図 枝梗別乳白米発生

(5) 乳白米の発生粒度

乳白米の発生する粒度は、対照区が2.2mm以下のほとんどにほぼ等しく分布するが、遮光処理することで2.0mmから1.8mmに約7割が分布するようになったため、乳白米の遮光処理による増加は、玄米粒の薄いところで発生しやすいと思われる(第5表)。

このことから登熟の向上により低粒度の玄米割合を減少させ、乳白米の発生を抑制できると思われた。

第5表 粒度別乳白米発生割合

粒度(mm)	2.3	2.2	2.1	2.0	1.9	1.8	1.8>	合計
フクヒカリ								
対照	0.1	0.9	1.0	1.2	1.5	1.4	1.0	7.1
遮光	0.0	0.2	1.6	4.4	7.6	6.6	4.7	25.2
飛系67号								
対照	0.3	1.5	1.3	1.1	0.9	0.7	0.2	6.0
遮光	0.0	0.2	2.4	5.2	6.0	4.5	3.5	21.8

n = 3

4. まとめ

水稻における品質劣化の問題になっている乳白米発生について、出穂期直前からの遮光により発生を助長し、以下の知見を得た。

- (1) 登熟期間に遮光処理することで、乳白米の発生が助長された。
- (2) 遮光による乳白米の発生には、品種間差を認めた。
- (3) 籾数が多い程乳白米の発生は増加するため、籾数のある程度減少させると、乳

白米の発生は抑制できる。

- (4) 乳白米は1次枝梗より2次枝梗で、また、粒の薄い玄米で多く、登熟を向上させると発生を抑制できる可能性がある。

引用文献

- 1) 松尾孝嶺ら. 1990. 米質と等級規格. 稲学大成 形態編. 農文協: 315.
- 2) 松尾孝嶺ら. 1990. 物質生産の生理機構. 稲学大成 生理編. 農文協: 562-563.

光質が水生植物の形態形成に及ぼす影響

宮田志乃武・田中逸夫

岐阜大学農学部

Effect of Light Quality on Morphogenesis of Hydrophyte

Shinobu Miyata and Itsuo Tanaka

Faculty of Agriculture, Gifu University

1. はじめに

現在日本でも、水草そのものを鑑賞しようという目的で、水草を育成することが普及してきた。これまでは、熱帯魚を観賞するための脇役的な存在で、消耗品のイメージが強く、水草育成への関心は低かった。水草は、国内外のファームで育成され、各小売店を経て消費者のもとに届く。ほとんどのファームでは水上葉（陸地での育成に適した葉）の形で陸上において水草の栽培を行っている。その理由は、陸上で栽培したほうが光量、CO₂濃度などの環境条件が水中で栽培するより有利で、栽培技術もあまり必要としないからである。また、流通においても水上葉で行う方が容易で植物体の痛みも少なくてすむ。よって、小売店で売られている水草のほとんどは水上葉である。しかし、消費者は、水中葉（水中に適した葉）を鑑賞する目的で水草を購入する。水上葉を水中葉にするには、より良い環境が必要でありコストも時間もかかる。このような状況の中、現在は小売店でも自家栽培で増殖した水草を販売する動きもある。水草の栽培は、データや資料がほとんどないために、水草を扱う小売店、愛好家などの勘、経験に頼るところが大きい。そのため種によっては同じような環境で栽培しても年や場所によって栽培結果が異なってしまう、必ずしもうまく

生育させられるとは限らない。

そこで本研究では、水草の品質向上のための栽培技術を確立する目的で、光質が水草の生育、形態形成に及ぼす影響を調べた。

2. 材料および方法

供試植物には、ハイグロフィラ・ポリスペルマ [*Hygrophila polysperma*] (写真1を参照)、アヌアビス・ナナ [*Anubias barteri var. nana*] (写真2を参照)を使用した。定植は、プラスチック製のポット(直径7cm, 高さ9cm)に砂を詰めて行った。さらに、これらのポットをガラス製水槽(幅120cm, 奥行き60cm, 高さ60cm)に入れ、水を張って栽培した。なお、光の透過を防止する目的で、水槽周囲をアルミ板で覆うとともに、水槽ない上部をアルミ板で仕切り、2つの区を設定した。光源として、純青色(FL20S-B-F, 20W, National), 純緑色(FL20S-G-F, 20W, National), 純赤色(FL20S-R-F, 20W, National), 3波長域発光型(FLS20S-ER/M, 20W, National)の各蛍光灯を用いた。供試した蛍光灯のスペクトル分布を図1に示す。肥料は固形のデポニット(株式会社スドー)を用いた。

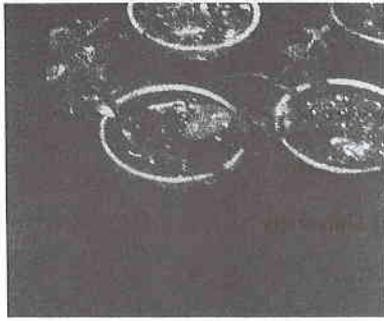


写真1 ハイグロフィラ・ポリスベルマ



写真2 アヌアビス・ナナ

実験は CO₂ 濃度、溶存酸素量、水温、水質などの環境条件を同一とするために、既述したように水槽を二分割し、一方を対照区、他方を処理区としてそれぞれの区の上部に蛍光灯を設置して行った。サンプル数は各区 10 個とした。

ハイグロフィラ・ポリスベルマを供試した実験では赤色光および青色光の影響を、アヌアビス・ナナを供試した実験では赤色光、青色光および緑色光の影響を調べた。なお、対照区には三波長域発光型蛍光灯を用いた。また、対照区と処理区の光強度が同一となるように、使用する蛍光灯の数と高さを各実験毎に調節した。実験の一覧を表 1 に示した。

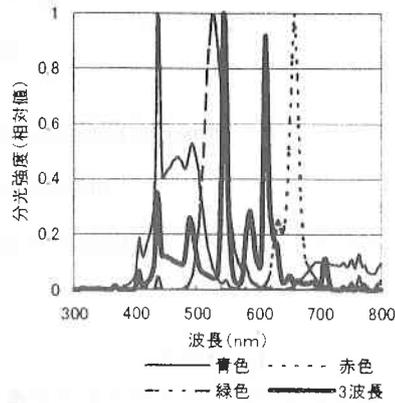


図1 各蛍光灯のスペクトル分布

表1 実験の一覧表

実験番号	供試植物	処理区	光強度*
1	ハイグロフィラ・ポリスベルマ	赤色光	150
2	ハイグロフィラ・ポリスベルマ	青色光	100
3	アヌアビス・ナナ	赤色光	150
4	アヌアビス・ナナ	青色光	100
5	アヌアビス・ナナ	緑色光	60

* 光強度の単位は $\mu \text{ mol/m}^2/\text{sec}$

3. 結果

3.1 光質がハイグロフィラ・ポリスベルマの形態形成に及ぼす影響 赤色光の影響

図 2 に葉長/葉幅を示す。7 日後から赤色光区で大きな値をとり 14 日後では差が最大となり、対照区に比べ細長い葉を形成し、危険率 5% で有意差が認められた。図 3 に側枝数の経日変化を示す。14 日後から差が見られ始めた。21 日後では、

1株当たりの側枝数が約1本多くなり、危険率5%で有意差が認められた。図4に側枝長の経日変化を示す。14日後から赤色光区で大きな値をとった。その後も差が大きくなり、28日後には対照区の2倍近い値をとり、危険率5%で有意差が認められた。

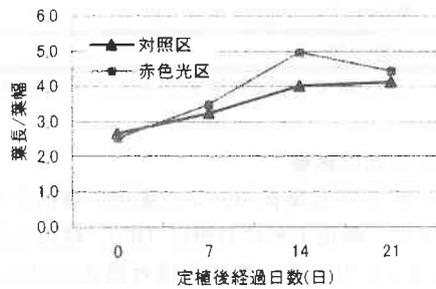


図2 赤色光がハイグロフィラ・ホリスベルマの葉長/葉幅に及ぼす影響

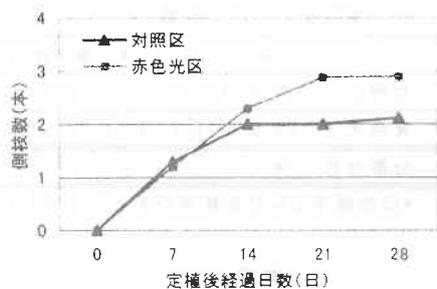


図3 赤色光がハイグロフィラ・ホリスベルマの側枝数に及ぼす影響

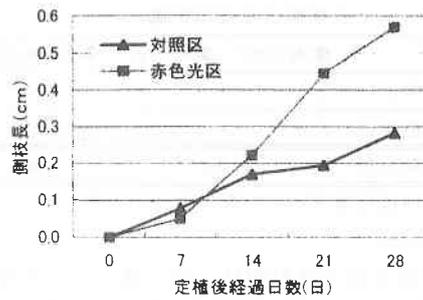


図4 赤色光がハイグロフィラ・ホリスベルマの側枝長に及ぼす影響

青色光の影響

表2に定植後28日の側枝数について示す。青色光区では即枝発生が抑制された。写真3および表3に葉形の比較を示す。

表2 青色光がハイグロフィラ・ホリスベルマの側枝数(1株当たり)に及ぼす影響

側枝数(本)	
対照区	1.0
青色光区	0

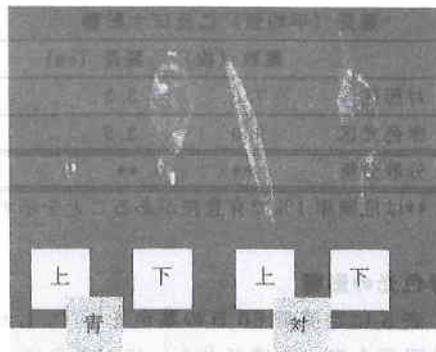


写真3 ハイグロフィラ・ホリスベルマの上位葉と下位葉の形状
(左:青色光, 右:対照区)

表3 青色光がハイグロフィラ・ポリスペルマの葉形に及ぼす影響

	葉長 (cm)	葉幅 (cm)	葉長/葉幅
対照区	2.5	0.6	0.4
青色光区	2.0	0.8	2.5
分散分析	**	**	**

**は危険率1%で有意差がある事を示す

青色光区では対照区に比べ葉が丸みを帯びた。この特徴は下位の葉よりも新しく発生した上位の葉で顕著に見られた。葉長は対照区で、葉幅は青色光区で大きな値をとり、葉長/葉幅は対照区が4.4、青色光区が2.5という結果が得られ、危険率1%で有意差が認められた。

3.2 光質がアヌアビス・ナナの形態形成に及ぼす影響

赤色光の影響

表4に定植後60日の1株当たりの葉数、最大葉長を示す。いずれの値も赤色光区で大きくなり、危険率1%で有意差が認められた。

表4 赤色光がアヌアビス・ナナの葉数と葉長(平均値)に及ぼす影響

	葉数 (枚)	葉長 (cm)
対照区	7.0	3.3
赤色光区	9.0	3.5
分散分析	**	**

**は危険率1%で有意差があることを示す

青色光の影響

表5に定植後60日の葉色を示す。L*は明度を表す。値が大きいほど白色に、値が小さいほど黒色に近くなることを示す。a*は値が大きいほど赤色に、小さいほど緑色に近くなることを示す。b*は値が大きいほど黄色に、小さいほど青に近くなることを示す。a*は対照区が

-12.7、青色光区が-10.8であり、b*は対照区が22.1、青色光区が16.8となった。これは青色光区において葉の緑が淡くなり、青色が濃くなったことを示す。

表5 青色光がアヌアビス・ナナの葉色に及ぼす影響

	L*	a*	b*
対照区	22.3	-12.7	22.1
青色光区	21.5	-10.9	16.8
分散分析		*	*

*は危険率5%で有意差があることを示す

緑色光の影響

表6に定植後60日の葉色、葉柄長を示す。葉色L*は対照区19.5、緑色光区23.5となった。葉柄長は対照区が2.9cm、緑色光区が3.8cmと緑色光区において長くなる傾向が見られた。いずれの値も、危険率5%で有意差が認められた。

表6 緑色光がアヌアビス・ナナの葉色と葉柄長に及ぼす影響

	L*	a*	b*	葉柄長 (cm)
対照区	19.5	-11.6	17.1	2.9
青色光区	23.5	-11.2	17.1	3.8
分散分析	*			*

*は危険率5%で有意差があることを示す

4. 考察

ハイグロフィラ・ポリスペルマ

赤色光区で葉が長くなる傾向が見られた。これは陰葉の特徴と一致する。赤色光はトマトやインゲン等で陰葉を形成すると言われている¹⁾が、今回の実験においても同様の効果が生じたと考えられる。また、赤色光で側枝の発生、成長が促進されたが、陸上の植物であるトマトでも

同様の報告²⁾がある。今回の実験においても、赤色光が側枝の発生、成長を促進したと考えられる。

青色光区で側枝が発生しなかった。これは側枝の発生を促す赤色光が、青色光区には無かったことが原因だと考えられる。また、青色光区で葉長が短く、葉幅が大きくなる結果が得られた。これは陽葉の特徴と一致する。青色光は陽葉の発生を促すことがトマト、インゲンでも確かめられている²⁾が、今回の実験においても、青色光が陽葉形成を促進したと考えられる。

アマアビス・ナナ

赤色光区で葉数が増加し、葉長も大きくなった。これは、光合成が促進され、同化産物が多く作られ、生育が促進されたためと考えられる。一般に葉緑素の光吸収スペクトルは赤、青色光で大きな値をとる³⁾。赤色光区では赤色光の光強度の割合が大きいため、光合成に有利であったと考えられる。

青色光区で葉色が薄くなった。これは葉緑体の逃避反応の影響だと考えられる⁴⁾。植物は、強光条件下では葉緑体を守るためそれを移動させる。また、弱光条件下では葉の表面に集合させることが知られている。この反応は、青色光の受容体であるフォトトロピンにより引き起こされる。青色光区では、青色光の光強度の割合が大きいため、フォトトロピンが葉緑体を逃避させたことにより起こったと考えられる。

緑色光区は葉の色が淡くなった。これはレタスを用いた研究⁵⁾と同様の結果であり、緑色光区では、クロロフィル、アントシアニン合成抑制し、葉の色を薄くしたと考えられる。また、葉柄長が大きな値をとった。ハウレンソウやインゲンで、青色光には葉柄長の伸長を抑える効

果が研究⁶⁾されており、今回の実験においても同様の結果が得られたと考えられる。

5. まとめ

1) ハイグロフィラ・ポリスペルマは、赤色光で側枝の増加と成長促進、また長細い形の葉を形成するなどの傾向が得られた。青色光では側枝の抑制、丸みを帯びた葉の形成、葉の濃色化など外観が美しくなる傾向が得られた。

2) アマアビス・ナナは、赤色光は葉長、葉数の増加の特徴が見られた。青色光では葉が濃色化する傾向が得られた。緑色光では葉色が淡くなり、葉柄長が長くなる傾向が得られた。

参考文献

- 1) 福田直也、池田英男、奈良誠、1993：人工光源下で栽培したレタスならびにハウレンソウの生育に及ぼす影響、農業施設、24(2)：23-29
- 2) 福田直也、池田英男、奈良誠、1993：光質が人工環境下で栽培したトマト及びインゲンマメの生育に及ぼす影響、農業施設、23(3)：17-23
- 3) 田口良平、1995：植物生理学大要、株式会社養賢堂：155-156
- 4) Kagawa, T. Wada, M., 2000: Plant Cell Physiol, 41:84-93
- 5) 池田英男、1989：人工光源が野菜の生育ならびに形態形成に及ぼす影響、農業電化、40(10)：29-35
- 6) 羽生広道、1999：光質(R:F R比や青色光など)と植物の形態形成、農業電化、52(2)：2-7

愛知県農業総合試験場山間農業研究所における水稻育種

坂 紀邦・工藤 悟
杉浦和彦・奥田 強・寺島竹彦

愛知県農業総合試験場山間農業研究所

Rice Breeding at the Aichi Agricultural Research Center, Mountainous Region Agricultural Research Institute.

Norikuni Saka, Satoru Kudo, Kazuhiko Sugiura
Tsuyoshi Okuda and Takehiko Terashima

Aichi Agricultural Research Center(AARC), Mountainous Region Agricultural Research Institute

愛知県農業総合試験場山間農業研究所（以下当場）は、1933年に標高505mの愛知県北設楽郡稲武町に設置され、現在まで一貫してイネのいもち病圃場抵抗性品種の育成を主目標とし、現在までに数十の品種を育成⁹⁾してきた。これらの育種過程と今後の育種戦略について報告する。

陸稲「戦捷」由来のいもち病圃場抵抗性育種

当場設立と同時に愛知県農事試験場種芸部（本場）から陸稲「戦捷」由来の「田戦捷」と「早生旭2号」のF₃種子が分譲され、いもち病抵抗性育種が開始された。この組合せから1936年には、いもち病高度抵抗性品種の「真珠」が誕生し、その後は「双葉」・「秀峰」等の育成¹⁰⁾に成功した。

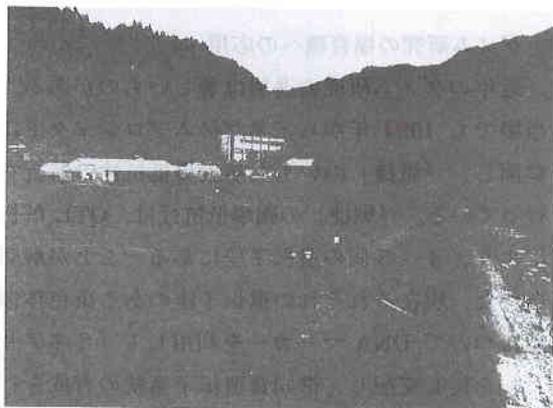


Fig 1. Field farm and Research building for AARC Mount.
Agr. Res. Inst.

これらの品種は、いもち病激発地の山間・中山間地帯で作付けされたのみではなく、全国的水稻育成地で母本として利用され、「藤坂5号」、「日本晴」等の著名品種の育成に貢献し、1970年代には全国作付面積の70%の品種に当場育成種の血が入り¹¹⁾、1998年現在でも43%は当場育成種を祖先に有している。

「秀峰」等の育成の後には、陸稲のいもち病圃場抵抗性に「農林22号」等から在来種のいもち病圃場抵抗性の結合や米質等の改善を行い、「若葉」、「黄金錦」、「秋晴」等を育成¹²⁾し、当時の稲作に多大な貢献をし、「秋晴」は現在でも韓国の主要品種となっている。また、1960年に育成された「喜峰」は、止葉が直立する特異な草型を示し、これは「黄金晴」、「ヒノヒカリ」、「ひとめぼれ」等に受け継がれている。

温暖地山間・中山間部向き優良品種の育成事業

1967年からは農林水産省指定試験地となり、主に温暖地の山間・中山間部向きの優良品種の育成を担うこととなった。主な育成品種として、良質・良食味品種の「ミネアサヒ」、「チヨニシキ」等、耐冷性・いもち病圃場抵抗性品種の「サチイズミ」、「峰ひびき」等がある。特に「ミネアサヒ」は、愛知県中山間地帯の極良食味品種であり、生産量が少ないことなどから近年では「まぼろしの米」とさえ評価されるようになってきている。

また、1999年育成の「峰ひびき」は、極早生で耐冷性、いもち病に強く良質・良食味であることから、愛知県及び群馬県の標高の高い地域での普及が期待されている。

いもち病抵抗性検定

当場は、夏季低温、多雨多湿であり、周囲を山に囲まれているため日照が少なく、風通しも悪い。更に圃場の横には名倉川が流れ、晴天時の朝には、霧が立ちこめるといふ自然条件であり、いもち病の発生には極めて好適である。この条件を生かし、自然感染によるいもち病検定法を確立させている。

葉いもちについては、設立以降 1963年までは本田晩播・晩植法を行っていた。その後は、畑晩播法を行っている⁹⁾。畑晩播法では、病勢の進展が早いため稲の幼苗期に感染すると品種間差異が不明確となる。このため、5月下旬～6月上旬に播種を行い、発病までに4葉期以上になるよう肥培管理を工夫する。近年、従来発病が不安定であった真性抵抗性 *Pik*、*Pik-m* を有する品種群についても被害わらを散布することにより的確な判定が可能となった。

穂いもちは、設立以来現在まで晩播、晩植法を行っている。当場でも梅雨明け直後の7月下旬～

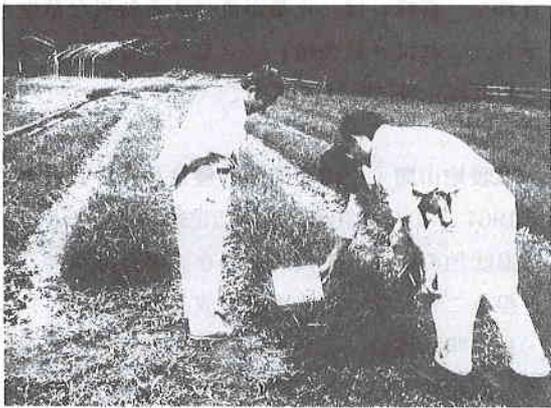


Fig 2. For screening the resistance to leaf blast, seedlings were raised on upland nursery.

8月上旬は日中かなり高温となる。この時期の出穂を避けるよう、晩植し発病を安定させている。以前では、生育途中に激発する葉いもちのズリコミによる判定不能を恐れて、生育途中の追肥は控えめであった。しかし近年では高温傾向が続き、発病進展の低下や肥料切れなどが観察されるようになった。このため、生育途中で葉いもちを適度に発生させるような肥培管理を行っている。また、葉いもち及び穂いもちについては、それぞれ基準品種を選定²⁰⁾し、正確な判定を行えるよう努力を重ねている。

いもち病圃場抵抗性育種における新しい遺伝資源の導入

戦捷以外にもいもち病圃場抵抗性について遺伝資源の検索・導入を行い、品種育成に努めている。過去には 1944 年以降、本場と協力しながら「北支太米」のいもち病圃場抵抗性の導入を行い、「金剛」、「峰光」等を育成²¹⁾した。その後、「中部 22 号」、「中部 32 号」等からいもち病圃場抵抗性を導入した強系統²²⁾、近年では雲南品種から「中部 111 号」の育成²³⁾などを行っている。特に食味も良好な「中部 111 号」は、葉及び穂いもちに極強であることから、中山間地帯でもいもち病に対して無防除栽培ができる可能性がある。

ゲノム研究の稲育種への応用

近年のゲノム研究の進展は著しいものがある。当場でも 1994 年からイネゲノムプロジェクトに参画し、「戦捷」のいもち病圃場抵抗性の解析を行っている。「戦捷」の圃場抵抗性は、QTL 解析により、4～5 個の遺伝子座にある²⁴⁾ことが解明された。現在それぞれの遺伝子座のある染色体領域について DNA マーカーを利用して「ミネアサヒ」を戻し交配し、準同質遺伝子系統の育成を行っている。従来育種では育成することができなかった陸稲並みのいもち病抵抗性と極良食味特性の結合をゲノム研究により実現させようとするもの

である。

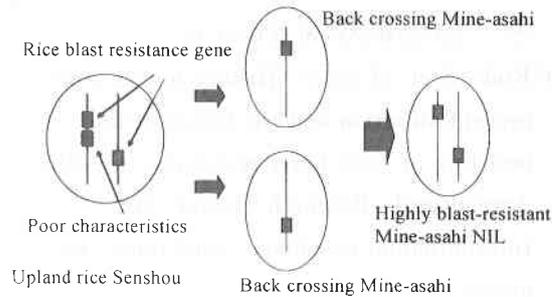


Fig 3. Introduction of rice blast resistance derived from 'Senshou' into 'Mine-asahi' based on QTL analysis.

地域に密着した品種育成

前述のとおり、当場で育成された品種は、山間・中山間地帯の稲作の改善に多大な貢献をしてきた。これからも過疎・高齢化の著しい進行、狭小・高低差のある水田等、低コスト化しにくい条件にある山間・中山間地帯の稲作を支援していく努力を惜しんではならない。近年の自然回帰の風潮にあわせ、山間部のもつ風光明媚なイメージ、また道路・道の駅などの整備によって都会との時間距離が短くなった現状などを考えると、高付加価値化した米を山間・中山間地帯から売り出せるものと考えられる。1997年には、酒米品種「夢山水」を育成した。これは、酒米品種「山田錦」と



Fig 4. Made from 'Yumesansui', is one of the famous rice wine (Sake), at Oku-mikawa area in Aichi prefecture.

同等の酒造特性を有し³⁰、いもち病抵抗性・耐冷性を有している山間部向きの品種である。本種は、育成の初期世代から愛知県食品工業技術センターと共同で開発を進めたものである。現在、愛知県奥三河地域の地方自治体、関連団体、酒造業者、生産農家が一体となって地域の特産物化を進めている。

当場の育種姿勢について

以上のとおり、当場では約70年の歴史をかけていもち病圃場抵抗性育種に取り組んできた。今後もこの歴史と伝統を守っていきたいと考えている。前述のゲノム研究は、先人が為し得なかった陸稲並みのいもち病抵抗性と極良食味特性の結合を実現させようとする試みである。しかしながら、「戦捷」の染色体領域をDNAマーカーで狭めていくにつれ、いもち病抵抗性強度が低下することや劣悪形質の随伴が強い³¹ことなど、歴史の壁の厚みを感じざるを得ない。この現状を打破するためにも歴史に学びつつ、最先端技術の積極的導入が必要であると考えられる。

「これからこの方面の研究に入ろうとする者はどうでも二年は真黒になって品種見本圃場を見回り、どの品種でも一見して判るだけの鑑識力を養うことが必要だ。一株の稲を見て“こいつは将来有望だ”と見抜くことに成否の鍵がある」これは、当場設立当時の岩槻技手の言葉³⁰である。才能の有無は別として、気概は引き継がれている。しかし現在では、育種目標・手段が高度・多様・専門化し、研究期間の短期化、人事異動等から、従来の経験と勘を武器とする育種家は育ちにくい。これからの人材養成は、マニュアルを作成し情報の共有化を促進すると同時に、特性検定などで得意技ともいべき領域を持ち、その後視野を広げていくことが育種には必要であると考えられる。

設立以降、現在まで優良品種を育成できたのは、いもち病圃場抵抗性という一貫した主要テーマに

よって作られてきた先人の育種財産を改良してきた結果である。現在多くの水稲育成地では、良食味育種に代表されるように育種目標が近視眼的になっている。しかし、我々は先人が行ってきた 10 年後、20 年後を考え育種をするという姿勢を守りつつ「代かきから DNA まで」を個人テーマとし、日々研鑽を続けたいと考えている。



Fig 5. Crossing, as the start of Breeding.

引用文献

- 1) 遠藤征馬ら. 2002 : 陸稲戦捷由来の穂いもち圃場抵抗性の QTL 解析. 育種学研究 3 (別 2), 218
- 2) 林 元樹ら. 1993 : 水稲の穂いもち抵抗性に関する熟期別基準品種の選定. 愛知農総試研報 25, 13-22
- 3) 井上正勝ら. 1998 : 山間地向き酒米品種「夢山水」. 愛知農総試研報 30, 35-45
- 4) Kudo, S et. al. 2002 : History for 69 years, present situation and the future of the breeding of rice blast resistance in Aichi Agricultural Research Center. 3rd Internationnal rice blast conference. (in press)
- 5) 榎渕欽也. 1992 : 農業 1300, 大日本農会, 東京, p23-24
- 6) 坂 紀邦ら. 1994 : 水稲いもち病ほ場抵抗性「強系統」の選定. 愛知農総試研報 26, 17-25
- 7) Saka, N et. al. 2002 : Introduction of rice blast resistance derived from upland cultivar Senshou into the varieties with good eating quality based on QTL analysis. 3rd Internationnal rice blast conference. (in press)
- 8) 杉浦和彦ら. 温暖地中山間における水稲の葉いもち圃場抵抗性基準品種の選定. 東海作物研究 (投稿中)
- 9) 田辺 潔. 1991 : 稲橋試験地・稲橋分場・山間技術実験農場. "愛知の稲" 愛知の稲編さん会編. 愛知, p699-728
- 10) 氏原光二. 1949 : 耐病性品種の育成と岩槻先生, 農芸 248

ジネンジョ育種の現状と新品種「夢とろろ」の育成

飯田孝則

愛知県農業総合試験場山間農業研究所

The Present Situation of Breeding of Japanese Yam (*Dioscorea japonica* Thunb.)
and a New Variety 'Yumetororo'

Takanori Lida

Aichi Agricultural Research Center(AARC), Mountainous Region Agricultural Research Institute

ヤマノイモ属の分類

ジネンジョは植物学上では「ヤマノイモ」が正確な名称であるが、ナガイモやツクネイモ等も含め、「ヤマノイモ」あるいは「ヤマイモ」と呼ばれることも多い。ここではジネンジョと表記する。ジネンジョ (*D.japonica*) はヤマノイモ科 (*Dioscoreaceae*) ヤマノイモ属 (*Dioscorea*) に分類される日本原産の栽培植物である。食用として日本で栽培されているヤマノイモ属にはナガイモ種 (*D.oposiota*) 及びアラータ種 (*D.alata*) があるが、これらは中国南部から東南アジアが原産地である。ナガイモ種は地下茎の形態により、塊状のものをツクネイモ、短形で仏掌状のものをイチョウイモ、長い棒状のものをナガイモと、3つの品種群に分けられる。アラータ種は昭和時代に東南アジアから移入され、中部地方以西で栽培が見られるがほとんど小規模である。

ヤマノイモ属の栽培

統計調査では上記の3種を合わせ「ヤマノイモ」として記載されているが、大部分はナガイモが占めっていると推測される。栽培面積は約9,000ha (平成11年農林水産省統計

情報部) あり、畑作物の主要な品目の一つになっている。

ジネンジョの栽培は統計数値がないので正確な面積は不明であるが、関東以西を中心に15~16府県で栽培があり、面積は合わせて約100haで、それぞれの地域の特産作物として、生産振興が図られている。販売はナガイモ等が市場出荷であるのに対し、ジネンジョは年末贈答用ととろろ専門店に向けた業務用がほとんどであり、いずれも直接販売され、市場出荷はほとんどない。

ジネンジョの販売価格は1kg当たり2,500~3,500円で、ナガイモに比べ約10倍と、高価に取り引きされている。反収は約1トンでナガイモの1/3程度である。

ジネンジョの育種

ジネンジョは他の農作物に比べ、品種改良の歴史が浅い。山野に自生している株のむかごや芋を掘り取った自家消費用の栽培は古くから始められていたようであるが、農家での営利栽培が始まったのは、山口県の政田氏によって専用の栽培容器が開発された昭和40年代頃である。このころから、圃場で栽培された芋

から系統選抜が行なわれ、優良なジネンジョが育成されてきた。自生株が由来であり遺伝的な変異が大きく、選抜効果は極めて高かった。現在、品種登録されているものには、芋の短い「草刈号」があり、山に自生している株の種子から選抜された。「瀬越2号」は自生株100個体の中から選抜された粘りの強い品種である。そのほかに一品種あり、合わせて3品種が現在登録されている。いずれもジネンジョ生産者によって育成された品種である。

また、芋の肥大性や粘りなどの品質に優れた「静岡60号」や山口県産の系統なども多く栽培されている。現在も、中山間地域を背景にしている農業試験場などで優良系統の選抜やウイルスフリー化等の試験に取り組まれている。今後、それぞれの地域特性に適合した、ジネンジョの新品種がさらに登場するものと思われる。ジネンジョはマイナーな作物で、また地域性も高いことから、こうした特徴ある品種の育成が望まれる。

「夢とろろ」育成の経過

当所では昭和57年からジネンジョの育種に着手した。県内で栽培されていた107系統の芋あるいはむかごを収集し、この中から芋が長く、香りの高い系統として「P-16」を選抜し、ウイルスフリー化して増殖し、県下のジネンジョ産地にむかごを配布した。本系統は栽培面積の7割を占めるまでに普及した。

その後も優良品種の育成に対する生産者の期待・要望は強く、ジネンジョの主要な病害である炭疽病に強く、肥大性及び粘り等の品質に優れ

た品種の育成が強く望まれた。そこで、これらの要望に答え得る品種の育成を交雑育種手法を用いて取り組んだ。

平成2年、「P-16」の選抜育成過程で特性が明らかになっていた炭疽病抵抗性の「系統A-11」を母に、粘りの強い「系統T-6」を父にして交配した。得られた種子から268個体の実生株を養成し、これを母集団として選抜した。炭疽病菌接種による選抜と増殖を行い、平成6年には炭疽病に強く、収量性、品質に優れた1系統（旧系統名S90-101）を選抜できた。

平成10～12年に行った場内での生産力検定試験及び県内3ヶ所の現地適応性試験の結果、本系統は産地の要望にかなった実用性・普及性の高い優良系統と判断された。

平成12年秋に、育種目標を達成していると判断し、育成を完了した。平成13年2月22日に「夢とろろ」と命名して、品種登録出願し、平成13年7月12日に出願公表された（第13263号）。交雑によるジネンジョの品種育成は世界で初めてのことである。

「夢とろろ」の特性概要

- 1.ジネンジョの主要病害である炭疽病に強い（表1）。
- 2.芋の肥大が良く、表皮はなめらかで、分岐等の奇形芋の発生が少なく、ジネンジョらしい棒状のきれいな形に揃う（図1、表1）。
- 3.粘りが強く、肉質は緻密で白く、ジネンジョ特有の香りが高く、良食味である（表1、図2）。
- 4.晩生品種である（表2）。

表1 「夢とろろ」の主な特性

品 種	芋の 重さ	炭疽病 発病度 ¹⁾	粘度 ²⁾	食味 ³⁾	香り ³⁾
夢とろろ	620g	15	1,200	1.14	0.79
従来品種(P-16)	420g	56	770	0	0.14

1) 発病度:炭疽病のかかりやすさ(数字が大きいほど罹病しやすい)

2) 粘度:B型粘度計で測定(数値が大きいほど粘りが強い)

3) 官能試験: 0;普通 2;良 4;極良 n=14

表1 「夢とろろ」の特性概要

	形 質	夢とろろ	P-16	森本いも (対照品種)
植物体	草勢 葉の形 葉の大きさ	中 尖頭 やや小	中 尖頭 中	中 長心臓 やや大
むかご	着生程度 大きさ 形状	多 中 球(卵形)	多 中 球(卵形)	中 大 球
芋	長さ 肉の粗密 粘度 変色性	長(120cm) 極密 極強 極弱	長(125cm) 密 強 極弱	長(128cm) 中 やや強 やや弱
生態特性	収穫期の早晚性 芋の貯蔵性 炭疽病抵抗性 雌雄性	晩 高 高 雄株	中 中 中 雄株	やや晩 中 やや高 雄株

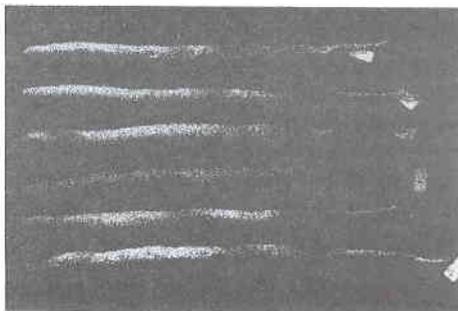


図1 細長く良く揃う芋の形状



図2 きめが細かく、強いねばり

「夢とろろ」の普及

ジネンジョの主要病害である炭疽病は8月下旬頃から発生し、激発する場合は茎葉が早期に枯れ上がり、芋の肥大がきわめて悪くなるが、本品種は罹病しにくいいため、薬剤防除回数を減らすことができ、栽培の省力化と生産の安定につながるものと思われる。収穫される芋は分岐等の発生が少なく、肥大性も優れるため、秀品率も高なる。

5月中旬定植で茎葉枯れの枯れ上がりは11月中旬となり、晩生である(場内試験結果、標高500m)。現在の愛知県内普及品種で、早生品種の「P-16」と本品種を組み合わせることで、栽培管理労力の分散、販売期間の延長が可能で、更に栽培規模の拡大が可能である。

「夢とろろ」は現在栽培されているジネンジョ品種の中で最も粘りが強く、また、長期の貯蔵でも芋の腐敗や萎れがなく貯蔵性が高いことから、料理店等向けの業務用需要にも対応でき、これに向けた栽培面積の拡大が期待される。

平成15年春より、愛知県下で約4haの作付けで栽培が始まり、秋には本格的な販売が始まる。

愛知県内での普及後、他府県からの許諾申込みに応じる予定である。

参考文献

1. 荒木肇, 浅野祐司, 八鍬利郎. ヤマノイモ交雑実生からの優良株の選抜. 園学雑 58 別 1:196-197 (1989)
2. 荒木肇, 原田隆, 八鍬利郎. ヤマノイモ属の性状に関する研究 (第 2 報), ジネンジョとナガイモの種間雑種について. 園芸学会昭和 56 年度秋期大会研究発表要旨:140-141 (1987)
3. 飯田孝則, 西岡幹弘, 井戸 豊ら. 栄養系選抜法によるジネンジョ優良系統の育成. 愛知農総試研報.23:193-198 (1991)
4. 飯田孝則, 加藤俊広博ら. ジネンジョ新品種「夢とろろ」の育成. 愛知農総試研報.33:115-122 (2001)
5. 農林水産省農産園芸局. 昭和 57 年度種苗特性分類調査報告書. 日本種苗協会. (1983)
6. 農林水産省生産局種苗課. 品種登録データベース (野菜) (2002)



細井徳夫

野菜茶業研究所

Analysis of the yield and growth physiology of the tomato community grown hydroponically
by using daily quantitative regulation of nitrogen at 4 different levels for a whole year

Norio Hosoi

National Institute of Vegetable and Tea Science

1. はじめに

草丈の高い個体群を形成するオランダ方式のトマト栽培が日本において導入されつつある。しかし、トマト個体群に関し、草丈の高さと受光体勢、乾物生産量、収量の関係に関する研究は個体群の葉面積制御が難しく検討されていない。そこで、窒素少量分肥施肥法を用いて、草丈の高いトマト個体群の葉面積を4段階に制御し、生長速度、受光体勢、蒸散量、乾物生産量および果実への乾物分配率を従来の樹高2mの個体群と比較した。

2. 材料及び方法

第一花房が開花期に達した苗を7~8月に1~6の栽培槽に定植した。栽培槽の培養液の濃度は大塚1号改の養液を用い、第1~3花房開花期の培養液濃度をEC:0.7~1.5($\text{dS}\cdot\text{m}^{-1}$)、第3~5花房開花期はEC:1.5~1.7、第5花房開花期以後はEC:1.7~2.0の範囲に機器(せせらぎ式養液栽培装置)により自動調節した。培養液のpHは5~6に調節した。各花房の開花期にトマトーン溶液を処理して着果を促進した。暖候期は0.3%の CaCl_2 溶液を毎週1回幼果に散布し、尻腐れ果の発生を予防した。

誘引は、斜め誘引法を用いた。樹高3m以上に達した主茎の先端を、高さ2.8mの空間に生葉数が25~28枚程度存在するよう降し、斜めに誘引した。

目標葉面積指数2, 3, 4及び5、樹高3mトマト個体群を形成するため、窒素施用量を下記の指標により制御した。所定の窒素量(細井, 2000)を毎日施用して、果房当たりの着生果数3を目標に第5花房開花期の個体を養成した。さらに第5~12花房開花期にかけて、窒素施用量を下記の要領

で逐次修正し、樹高3m、LAIが2~5と異なる個体群を育成した。

なお、施設内の環境変化や作物の生育が進むなかで、樹高3mのトマト個体群を目標葉面積に維持するため、個体群のLAIを月1回調査し(細井, 1997)、毎日施用する窒素量を調節した。

3. 結果および考察

1) 生育の特徴

樹高3m、目標とする葉面積指数が2, 3, 4および5の個体群について葉面積指数(LAI)の調査結果をTable 1に示した。樹高が2mから3mに変わると生葉数が必然的に増加すると推定され、1葉当たりの葉面積を小型に制御した関係で目標葉面積に到達するまでの日数が増加した。樹高3m個体群はLAI: 5を周年維持したが、樹高2m個体群は、日射が弱く、日射量が少ない寒候期ではLAI: 4を維持できなかった(Table 1)。

樹高3m、目標とする葉面積指数が2, 3, 4, 5の個体群の生葉数の調査結果をTable 2に示した。

樹高2mの個体群は、日射が弱く、日射量が少ない寒候期ではLAI: 4で生葉数の減少を認めたが、樹高3m個体群は、LAI: 5区においても寒候期の生葉数の減少はなかった(Table 2)。

樹高3m、目標とする葉面積指数が2, 3, 4, 5の個体群の月別蒸散量をTable 3に示した。

樹高3m個体群の年間蒸散量は、樹高2m個体群と比較しLAI: 2個体群ではほぼ等しく、LAI: 4個体群では70t/10a, 10%優った(Table 3, 10)。樹高3mLAI: 2~5の個体群の年間蒸散量は、個体群のLAIに比例した。しかし、LAI: 5個体群の寒候期月別蒸散量は、LAI: 4個体群と比較し劣っ

Table 1 Effects of daily control of nitrogen fertilizer on the leaf area index of tomatoes at a height of 2m* and 3m** at the first ten days of every month .

LAI Target ¹⁾	LAI Month												Mean LAI	
	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7		8
2 ^{2)***}	0.5	1.8	2.2	2.2	2.1	2.1	2.0	1.9	1.9	2.0	2.1	2.0	2.05	
3 ^{2)***}	0.5	2.3	3.3	3.3	3.2	3.2	3.1	3.0	2.9	2.8	2.8	2.9	3.06	
4 ^{3)***}		1.4	2.6	3.7	4.2	4.2	4.0	3.8	3.8	3.8	4.0	4.2	4.1	3.96
5 ^{3)***}		0.8	2.8	4.1	4.9	5.1	4.8	4.8	5.0	5.2	5.2	5.1	5.0	5.01
2 ^{2)*}	0.7	2.2	2.1	2.1	2.0	2.0	1.9	2.0	2.1	2.2	2.1	2.1	2.07	
4 ^{4)*}		0.6	2.9	4.2	4.2	4.1	4.0	3.9	3.8	3.9	3.9	4.0	4.0	4.00

* The leaf area of the tomato plants that has been training at 2m at the tip of stem

**The leaf area of the tomato plants that has been training at 3m at the tip of stem

1) The aim of LAI control of the tomato plants

2) Sowing date: 1997 May. 15. Planting date: 1997 Jul. 15.

3) Sowing date: 1997 Jun. 15. Planting date:1997. Aug.15.

4) Sowing date: 1997 Jun. 15. Planting date:1997. Sep. 3.

Table 2 Effects of daily control of nitrogen fertilizer on the number of green leaves on the of main stem of tomato plants at a height of 2m* and 3m** at the first ten days of every month .

LAI Target ¹⁾	Month												Mean	
	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6		7
2 ^{2)***}	13.7	22.7	29.4	29.3	29.0	28.8	28.6	28.9	28.2	28.1	28.0	27.9	28.4	28.6
3 ^{2)***}	17.4	26.7	29.0	28.8	28.6	28.5	28.4	28.2	28.0	28.9	27.8	27.8	28.2	28.4
4 ^{3)***}		16.5	25.6	27.5	28.5	28.4	28.2	28.0	28.0	27.7	27.5	27.6	27.5	27.8
5 ^{3)***}		16.5	25.4	27.6	27.8	27.3	27.1	27.2	27.5	27.6	27.4	27.9	27.7	27.3
2 ^{2)*}	13.8	20.6	26.2	26.0	25.7	25.2	26.1	25.8	25.4	25.9	25.3	25.4	25.5	25.7
4 ^{4)*}		15.4	21.7	25.0	22.9	16.7	18.0	21.2	22.9	22.7	23.8	23.6	23.2	22.8

* The leaf area of the tomato plants that has been training at 2m at the tip of stem

**The leaf area of the tomato plants that has been training at 3m at the tip of stem

1) The aim of LAI control of the tomato plants

2) Sowing date: 1997 May. 15. Planting date: 1997 Jul. 15.

3) Sowing date: 1997 Jun. 15. Planting date:1997. Aug.15.

4) Sowing date: 1997 Jun. 15. Planting date:1997. Sep. 3.

Table 3 Effects of daily control of nitrogen fertilizer on the amount of transpiration per plant per month.

LAI ¹⁾ Target	Amount of water transpiration (liter/plant/day) Month												Total***	
	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7		8
2 ^{2)***}	0.18	0.42	0.78	0.79	0.37	0.34	0.31	0.40	0.42	0.47	0.52	0.61	629.9	
3 ^{2)***}	0.18	0.58	0.87	0.81	0.48	0.46	0.37	0.49	0.51	0.52	0.68	0.70	751.8	
4 ^{3)***}		0.14	0.35	0.69	0.67	0.55	0.42	0.53	0.61	0.69	0.77	0.91	0.93	806.8
5 ^{3)***}		0.15	0.39	0.63	0.58	0.47	0.36	0.53	0.60	0.72	0.88	0.94	0.99	824.2
2 ^{2)*}	0.20	0.46	0.66	0.76	0.42	0.35	0.34	0.42	0.44	0.49	0.53	0.65	646.4	
4 ^{4)*}		0.20	0.46	0.67	0.55	0.47	0.35	0.48	0.54	0.58	0.65	0.77	0.79	737.9

*The amount of transpiration of the tomato plants that has been training at 2m at the tip of stem

**The amount of transpiration of the tomato plants that has been training at 3m at the tip of stem

***The total amount of transpiration of tomato plant(t/10a/year)

1)The aim of LAI control of the tomato plants

2) Sowing date: 1997 May. 15. Planting date: 1997 Jul. 15.

3) Sowing date: 1997 Jun. 15. Planting date:1997. Aug.15.

4) Sowing date: 1997 Jun. 15. Planting date:1997. Sep. 3.

Table 4 Effects of the different levels of leaf area index on the yield(124 plants) and Brix of tomatoes at a height of 2m* and 3m**.

LAI Target ¹⁾	Yield												Yield(t)/10a/Year	
	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8		
2 ^{2)**}	137	122	109	98	83	37	43	59	56	63	66			26.2
(Brix)	(4.9)	(5.3)	(5.6)	(5.9)	(6.2)	(6.6)	(6.5)	(6.2)	(6.1)	(6.1)	(6.0)			
3 ^{2)**}	135	155	143	109	86	58	52	75	82	100	95			33.1
(Brix)	(4.9)	(5.2)	(5.6)	(5.7)	(5.9)	(6.1)	(6.2)	(6.1)	(6.0)	(6.0)	(6.0)			
4 ^{3)**}		132	150	145	93	78	77	88	114	130	134	132		38.3
(Brix)		(5.0)	(5.3)	(5.5)	(5.6)	(5.8)	(6.0)	(6.0)	(6.0)	(5.8)	(5.6)	(5.6)		
5 ^{3)**}		109	154	136	85	67	79	91	119	146	145	142		38.2
(Brix)		(5.0)	(5.2)	(5.5)	(5.5)	(5.8)	(5.9)	(5.9)	(6.0)	(5.8)	(5.7)	(5.5)		
2 ^{2)*}	138	127	107	92	87	39	47	50	63	67	66			26.5
(Brix)	(4.9)	(5.3)	(5.6)	(5.8)	(6.1)	(6.3)	(6.3)	(6.1)	(6.1)	(6.1)	(6.1)			
4 ^{1)*}		81	131	116	94	53	48	67	87	83	87	80		27.3
(Brix)		(4.9)	(5.2)	(5.3)	(5.5)	(5.8)	(5.9)	(5.7)	(5.6)	(5.4)	(5.4)	(5.5)		

* The leaf area of the tomato plants that has been training at 2m at the tip of stem

**The leaf area of the tomato plants that has been training at 3m at the tip of stem

- 1) The aim of LAI control of the tomato plants 2) Sowing date: 1997 May. 15. Planting date: 1997 Jul. 15.
3) Sowing date: 1997 Jun. 15. Planting date:1997. Aug.15.
4) Sowing date: 1997 Jun. 15. Planting date:1997. Sep. 3.

た。樹高3m、葉面積指数が2, 3, 4, 5の個体群の月別収量と果実糖度の調査結果をTable4に示した。樹高3mLAI:2から4の個体群の年間収量は、個体群のLAIに比例し、LAI:5個体群の年間収量はLAI:4区とほぼ等しかった。しかし、LAI:5個体群の月別収量は、寒候期ではLAI:4個体群と比較し劣り、暖候期では優れた(Table 4)。

樹高3m個体群の年間収量は、樹高2m個体群と比較しLAI:2の個体群では等しく、LAI:4の個体では10t/10a、40%優れた(Table 4)

樹高3m個体群の月別収量に好適なLAIは、日長が長く、日射が強い暖候期(5,6,7月)は5以上、日長が短く、日射が弱い寒候期(1,2,3月)は4であり、樹高2mと比較し寒候期、暖候期ともに個体群の収量に好適なLAI水準は0.5程度大きかった。また、樹高3m個体群の収量に好適なLAI水準も、樹高2m個体群同様、日射の強さと日射量(季節)によって変わることが示された(Table 4, Fig. 1)。

2) 生産構造の特徴

1月下旬におけるLAIが2.1と3.2の個体群、LAIが4.0と4.8の2月下旬における個体群の層別刈り取り調査結果をFig.2に示した。

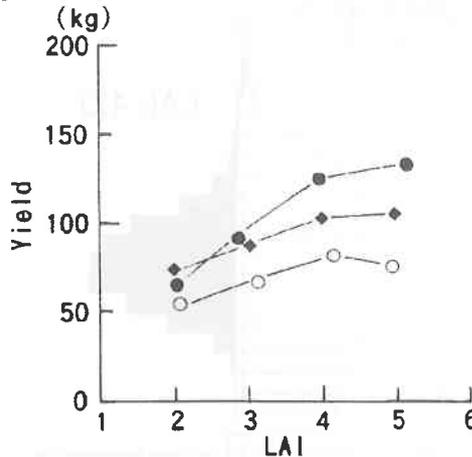


Fig. 1 Relationships between the yield and the leaf area index (LAI) of tomato communities in greenhouse
○ Yield of 124 plants (average of Jan, Feb and Mar in 1998) and leaf area index (LAI: average of the 3 months, 3.7 plants/m²)
● Yield of 124 plants (average of May, Jun and Jul in 1998) and leaf area index (LAI: average of the 3 months, 3.7 plants/m²)
◆ Yield of 124 plants and leaf area index (average of the 12 months from planting)
Sowing date: 1997, May 15 Jun. 15
Planting date: 1997 Jul. 15 Aug. 15

LAI:2~5の個体群において、地上3.0~2.85m層から1.95~1.8層まで生葉重は葉の生長に伴い増加した。地上1.80~1.75m層から0.30~0.15層まで生葉重は下層になるほど葉の物理的痛みによって順次減少した。地上0.15m以下の層では茎の傾きがやや大きく、LAIが相対的に大きい個体群の下位葉は相互遮蔽に伴い黄化し、離層を形成し脱落した。

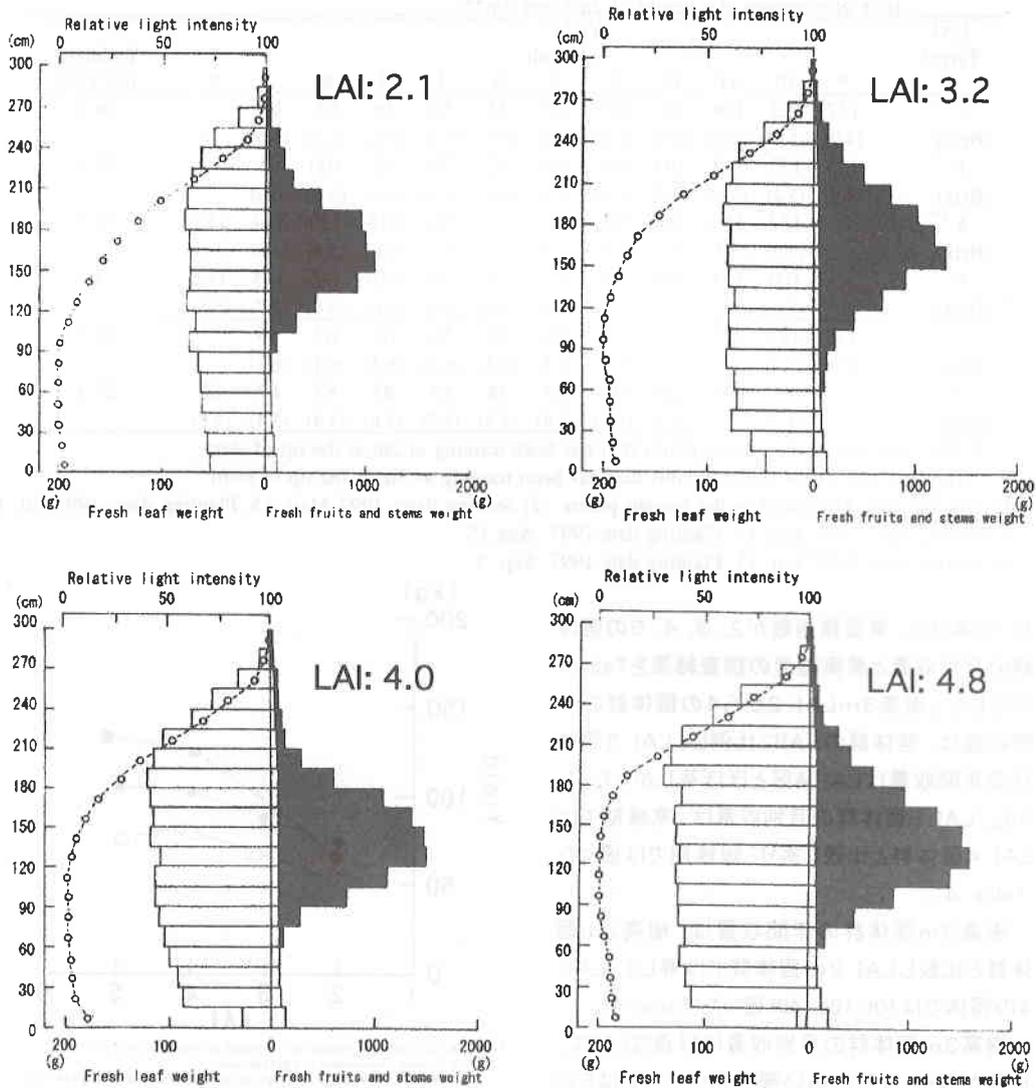


Fig. 2 Productive structure diagram of tomato communities with the height of 3m at the tip of stem with different LAI in greenhouse.

Upper left: community with LAI 2.1 Upper right: community with LAI 3.2

Sowing date: 1997 May 15. Planting date: 1997 July 15. Investigating date: 1998 Jan. 25-31.

Under left: community with LAI 4.0 Under right: community with LAI 4.8

Sowing date: 1997 Jun. 15. Planting date: 1997 Aug. 15. Investigating date: 1998 Feb. 20-25.

LAI:2.1の個体群の相対照度曲線によれば、薄曇り正午おける個体群の最上部照度が約5.6kluxのとき地上0.75~0.60層を中心に照度が最も下がり(相対照度:0%)、相対照度0%は5klux弱であった。LAI:3.2の個体群では、薄曇り正午おける個体群の最上部照度が約5.7kluxのとき地上1.05~0.90層を中心に最も照度が下がり、相対照度0%は4klux強であった。LAI:4の個体群では、薄曇り正午おける個体群の最上部照度が約5.5kluxのとき地上1.20~1.05層を中心に最も照度が下がり、相対照度0%は3klux強であった。LAI:4.8の個体群では、薄曇り正午おける個体群の最上部照度が約5.5kluxのとき地上1.20~1.05層を中心に最も照度が下がり、相対照度0%は3klux弱であった。

LAI:2の個体群の未熟果実は、地上1.65~1.50m層が最も重く、0.90~0.75m層までに熟し、収穫した。LAI:3の個体群の未熟果実は、地上1.65~

1.50m層が最も重く、0.75~0.60m層までに熟した。LAI:4の個体群の未熟果実は、地上1.35~1.20m層が最も重く、0.75~0.60m層までに熟した。LAI:5の個体群の未熟果実は、地上1.35~1.20m層が最も重く、0.75~0.60m層までに熟した。2から5へLAIが増すに伴い寒候期の果実の熟す位置は地上1.65~1.50mから1.35~1.20mへ約30cm下降した。等しいLAIの樹高3mと2m個体群の生産構造図によれば、樹高3m個体群内の光減衰率は、樹高2m個体群と比較し小さく、樹高3m個体群を形成すると直達光、散乱光ともに透過率が顕著に改善された(Fig. 2)。

3) 収量構成要素の特徴

背の高さ3m、目標とするLAI2, 3, 4, 5の個体群の収量構成要素の調査結果をTable 5 に示した。

Table 5 Effects of the daily control of nitrogen fertilizer on the growth of tomatoes plants at a height of 2m* and 3m**

LAI Target ¹⁾	Stem length (m)	Num. of leaves	Num. of flowering clusters	Num. of fruit clusters ⁵⁾	Yield (kg)/plant	Number of fruits /plant	Number of fruits/ clusters	Weight of each fruit (g)	Days of cultivation
2 ^{2)***}	4.34	57.1	17.1	10.6	4.42	26.7	2.5	165.2	200
3 ^{2)***}	4.48	59.8	17.6	10.7	5.06	31.3	2.9	161.4	200
4 ^{3)***}	4.54	61.9	17.6	10.8	4.82	31.4	2.9	153.1	196
5 ^{3)***}	4.49	61.7	17.5	10.5	4.44	29.5	2.8	150.5	196
2 ^{2)***}	4.35	57.3	17.4	10.4	4.44	27.2	2.6	162.8	200
4 ^{2)***}	4.43	58.0	17.2	10.1	3.83	27.3	2.7	140.3	178
2 ^{2)***}	8.28	99.4	32.6	26.8	7.00	45.5	1.7	153.9	380
3 ^{2)***}	8.51	115.2	33.3	27.5	8.86	58.8	2.1	150.7	380
4 ^{3)***}	8.65	118.9	33.5	27.7	10.29	72.1	2.6	142.9	380
5 ^{3)***}	8.59	118.4	33.4	27.2	10.26	71.9	2.6	142.7	380
2 ^{2)***}	8.17	96.1	29.9	25.2	7.08	47.3	1.9	149.6	380
4 ^{4)***}	8.21	97.3	30.1	24.9	7.30	54.1	2.2	135.7	362

* The leaf area of the tomato plants that has been training at 2m at the tip of stem

**The leaf area of the tomato plants that has been training at 3m at the tip of stem

1) The aim of LAI control of the tomato plants

2) Sowing date: 1997 May. 15. Planting date: 1997 Jul. 15. Investigate date:1998 Jan. 25-31 and Jul. 25-31

3) Sowing date: 1997 Jun. 15. Planting date:1997, Aug.15. Investigate date:1998 Feb. 20-25 and Aug. 25-31

4) Sowing date: 1997 Jun. 15. Planting date:1997, Sep. 3. Investigate date:1998 Feb. 20-25 and Aug. 25-31

5) Number of fruit clusters after harvesting Electric conductance of nutrient solution (EC):1.7(dS·m⁻¹)

LAIが4、樹高3m個体群の莖長、主莖葉数、花房数、収穫果房数及び1果重は、樹高2mの対応するLAIを持つ個体群と比較し優った。一方、LAI:2、樹高3m個体群の個体当たり収量、個体当たり収穫果実数、花房当たり果実数は、樹高2m個

体群と比較しやや劣った(Table 5)。

収量構成要素の調査によれば、LAI:4を維持した樹高3m個体群の多収性は、樹高2mLAI:4の個体群と比較し、生長が(主莖長、主莖葉数、花房数、収穫花房数)が遠く、収量構成要素の1果

重×果数/果房×収穫花房数/個体×個体数
 /10a×栽培回数/年に関し、下線形質の改善に
 在ると指摘された(Table 5)。
 4)乾物の生産と分配の調査結果

樹高3m目標とするLAIが2, 3, 4, 5の個体群
 について、Fig. 1, 2と対応する定植196~200日後
 と栽培終了時の個体の生葉重、茎重および幼果
 重をTable 6に示した。

Table 6 Fresh weight of leaf, stem and immature fruit of tomato plants
 at a height of 2m* and 3m**with different LAI in greenhouses.

LAI ¹⁾	Leaf	Stem	Immature Fruit	Standing Crop	Fruit Leaf	Fruit Leaf+Stem	(Yield ⁷⁾)	Yield Yield+SC ⁶⁾	Dry weight t/10a
2 ^{2)***}	949.6 ⁵⁾	1218.7	5207.1	7375.4	5.48	2.40	(16.5)	0.691	1.19
3 ^{2)***}	1269.8	1306.3	5839.7	8415.8	4.59	2.57	(18.8)	0.690	1.36
4 ^{3)***}	1732.0	1389.2	6958.4	10079.6	4.01	2.23	(17.9)	0.639	1.39
5 ^{3)***}	1954.2	1396.0	6629.8	9980.0	3.39	1.97	(16.5)	0.623	1.32
2 ^{2)*}	850.6 ⁵⁾	1273.0	5315.8	7439.4	6.24	2.50	(16.5)	0.689	1.19
4 ^{4)***}	1727.8	1374.8	5726.5	8829.1	3.31	1.84	(14.3)	0.618	1.15
2 ^{2)***}	861.3 ⁵⁾	2325.1	5057.2	8270.1	5.90	1.59	(26.2)	0.760	1.72
3 ^{2)***}	1189.0	2481.5	5573.6	9244.1	4.68	1.51	(33.1)	0.783	2.11
4 ^{3)***}	1723.7	2647.4	6635.4	11006.5	3.85	1.51	(38.3)	0.792	2.46
5 ^{3)***}	1995.2	2670.8	6587.1	11253.1	3.30	1.41	(38.2)	0.792	2.47
2 ^{2)*}	904.1 ⁵⁾	2391.8	5114.7	8410.6	5.65	1.55	(26.5)	0.759	1.74
4 ^{4)***}	1720.5	2598.6	5584.9	9904.0	3.24	1.29	(27.3)	0.734	1.86

* The leaf area of the tomato plants that has been training at 2m at the tip of stem

**The leaf area of the tomato plants that has been training at 3m at the tip of stem

1) The aim of LAI control of the tomato plants

2) Sowing date:1997 May. 15. Planting date:1997 Jul. 15. Investigate date:1998 Jan. 25-31 and Jul. 25-31

3) Sowing date:1997 Jun. 15. Planting date:1997. Aug.15. Investigate date:1998 Feb. 20-25 and Aug. 25-31

4) Sowing date:1997 Jun. 15. Planting date:1997. Sep. 3. Investigate date:1998 Feb. 20-25 and Aug. 25-31

5) g/m² 6)SC: Standing Crop 7)Yield(kg/m²)

Table 7 Content of inorganic elements in used solution on hydroponic culture in greenhouses.

LAI ¹⁾	Content of elements in nutrient solutions (ppm)														
	NH ₄ -N	NO ₃ -N	PO ₄	K ₂ O	CaO	MgO	MnO	B ₂ O ₃	Fe	Cu	Zn	Mo	Na	Cl	SO ₄
2 ^{2)***}	ND ⁸⁾	ND	142	365	234	141	1.3	1.5	2.8	.09	0.1	.07	23	116	340
3 ^{2)***}	ND	ND	138	376	202	140	1.3	1.4	2.6	.08	0.1	.07	21	185	356
4 ^{3)***}	Tr ⁷⁾	Tr	132	367	190	117	1.3	1.5	2.5	0.1	0.1	0.1	20	193	371
5 ^{3)***}	Tr	11.5	138	361	199	110	1.4	1.4	2.3	0.1	0.2	0.1	24	208	397
2 ^{2)*}	ND	ND	131	382	155	133	1.3	1.9	2.8	0.1	0.1	.08	23	169	334
4 ^{4)***}	Tr	Tr	137	408	178	126	1.3	1.6	2.7	0.1	0.1	0.1	19	179	352
2 ^{2)***}	ND	Tr	152	150	495	125	1.0	1.7	3.1	0.3	0.2	0.1	114	585	853
3 ^{2)***}	Tr	Tr	138	144	558	131	1.2	1.2	3.1	0.2	0.2	0.1	123	619	882
4 ^{3)***}	Tr	Tr	123	142	561	117	1.2	1.4	2.3	0.2	0.2	0.1	136	645	917
5 ^{3)***}	0.8	Tr	124	128	586	99	1.2	1.5	2.3	0.2	0.2	0.1	146	681	993
2 ^{2)*}	ND	Tr	237	275	481	84	1.0	1.3	3.1	0.1	0.2	0.1	94	585	846
4 ^{4)***}	Tr	1.8	148	199	527	94	1.1	1.5	3.5	0.2	0.2	0.1	131	613	978
Sta ⁶⁾	Tr ⁷⁾	Tr	120	400	(100) ⁵⁾	66	1.5	1.5	2.5	.03	.09	.03	Tr	126	311

* The leaf area of the tomato plants that has been training at 2m at the tip of stem

**The leaf area of the tomato plants that has been training at 3m at the tip of stem

1) The aim of LAI control of the tomato plants

2) Sowing date: 1997 May. 15. Planting date: 1997 Jul. 15. Investigate date:1998 Jan. 31 and Jul.31

3) Sowing date: 1997 Jun. 15. Planting date:1997. Aug.15. Investigate date:1998 Jan. 31 and Jul.31

4) Sowing date: 1997 Jun. 15. Planting date:1997. Sep. 3. Investigate date:1998 Jan. 31 and Jul.31

5) (100):Content of CaO at the beginning of the culture (ppm) 6) Standard solution:EC2.2, pH5.8

7) Tr:Trace 8) ND:Not Detect

乾物生産量と果実への乾物分配の調査から、樹高3m個体群の多収性は、受光体制(光減衰率・生葉数)や蒸散(ガス交換)環境がよく、収量に好適なLAIが樹高2m個体群と比較し0.5程度大きく、乾物生産量が0.6t/10a/year、30%増加することによる。さらに、sinkの場である1果重、果数/花房および収穫花房数/個体が優り、果実への乾物分配率が高いことによる(Table 6)。

樹高2mおよび3m、目標とするLAIが2、3、4、5の個体群の1月31日と7月31日における培養液の分析結果をTable 7に示した。

LAIを制御した樹高3m個体群は、樹高2m個体群と同様、乾物生産と収量が最大となる好適葉面積の第2段階の窒素施用水準まで培養液中に

窒素残留はない。過繁茂の状態にあり個体群の収量が減少する第3段階の窒素施用水準に至ると培養液中に窒素残留が認められた(Fig.1, Table 1, 7)。

背の高さ2mおよび3m、目標とするLAIが2、3、4、5の個体群の試験終了時における果実に含まれる無機塩類の分析結果をTable 8に示した。LAIが大きな個体群ほど果実の糖度は低く、果実の含水率は高かった。また、樹高3m個体群の果実糖度は、等しいLAIを持つ樹高2m個体群も果実糖度に比較しやや高く、果実の含水率は低い結果を得た。果実に含まれる無機塩類は、LAIや樹高が異なる個体群間に有意な差異はなく、一定の傾向も認められなかった。

Table 8 Content of inorganic elements in tomato fruits on hydroponic culture in greenhouses

LAI ¹⁾	Brix	H ₂ O ⁵⁾ %	Content of elements in tomato fruits (per dry wt.)											
			N %	P %	K %	Ca %	Na %	Mg %	Mn ppm	B ppm	Fe ppm	Cu ppm	Zn ppm	Mo ppm
2 ²⁾ **	6.3	93.4	4.3	0.32	4.0	0.10	0.05	0.13	54	61	124	7.9	31	10.9
3 ²⁾ **	5.1	94.9	4.4	0.33	4.2	0.12	0.06	0.15	59	66	127	8.1	31	10.3
4 ³⁾ **	4.5	95.0	4.6	0.34	4.0	0.11	0.05	0.14	51	58	115	7.8	28	9.5
5 ³⁾ **	4.3	95.1	4.6	0.35	3.9	0.11	0.04	0.15	52	59	123	7.9	30	10.8
2 ²⁾ *	5.9	94.5	4.5	0.33	4.0	0.11	0.05	0.14	58	65	118	8.5	30	9.7
4 ⁴⁾ *	4.1	95.3	4.6	0.36	3.8	0.10	0.04	0.16	53	57	122	8.3	30	6.8

1) The aim of LAI control of the tomato plants 2) Sowing date: 1997 May. 15. Planting date: 1997 Jul. 15. Investigate date: 1998 Jul. 31 3) Sowing date: 1997 Jun. 15. Planting date: 1997, Aug. 15. Investigate date: 1998 Jul. 31 4) Sowing date: 1997 Jun. 15. Planting date: 1997, Sep. 3. Investigate date: 1998 Jul. 31 5) Content of water in fresh fruits

4. まとめ

窒素分肥施用法を用いて、樹高3mのトマト個体群のLAIを光合成に好適な水準に制御して樹高2mの個体群と比較したところ、樹高3m個体群は受光体制が改善され生長が速く、収量構成要素の1果重、果数/果房、収穫花房数/年、さらに乾物生産量と分配率が優り、収量性が40%改善された。窒素分肥施用法を用い背の高い個体群の葉面積を好適に制御する栽培法は、吸水ストレスの小さい養液栽培条件では樹高2mの栽培法に比較し、多収が可能でかつ施設外に窒素を排出しない栽培法である。

本栽培法は、盛夏期を除くロックウール養液栽培に応用可能で排出窒素量を画的に低減できる。また、細井(2002)の養液土耕法を用いると施設土壌に優しいトマトの養液土耕栽培が可能であ

る。

文献

- 1) 細井徳夫(1997): トマト個体群の持続的維持が可能な葉面積調査法. 農業気象東海支部会誌. 55, 13~16.
- 2) 細井徳夫(2000): 窒素少量分施による 養液栽培トマトの葉面積制御. 野菜・茶試研報. 15, 79~93.
- 3) 細井徳夫(2001): 養液耕による施設栽培長段トマト個体群の収量に好適な葉面積指数に関する研究. 野菜・茶試研報. 16, 329~349.
- 4) 細井徳夫(2002): トマト個体群葉面積の適正制御が可能な養液土耕装置の開発. 平12年度野菜・茶試成果情報 1~2.
- 5) 細井徳夫(2003): 背の高いトマト個体群の収量解析. 野菜茶研報. 2.(印刷中)

支 部 報 告

○平成 14 年度総会

平成 14 年 9 月 6 日(金)に、愛知県山間農業研究所(設楽郡稲武町)にて開催され、平成 14 年度の役員、平成 13 年度の事業報告及び会計報告、平成 14 年度事業計画及び予算が承認された。

○平成 14 年度シンポジウム及び現地視察

シンポジウムは平成 14 年 9 月 6 日(金)、愛知県山間農業研究所(設楽郡稲武町)にて開催され、「山間地に適合した作物の品種育成」のテーマで 2 課題、および特別講演として 1 課題の講演があった。9 月 7 日(土)には、日本酒醸造元(関矢醸造、設楽町)、夏秋トマトのロックウール栽培圃場(設楽町)、シクラメン栽培圃場(設楽町)、酒米「夢山水」栽培圃場(設楽町)アグリステーション名倉、ジネンジョ(自然薯)の地域増殖圃(設楽町)を見学した。参加者は 25 名であった。

○平成 14 年度研究発表会

平成 14 年 12 月 6 日(金)に、岐阜大学(岐阜市)にて開催され、6 題の研究発表が行われた。参加者は 20 名であった。

平成 14 年度支部役員

支部長 野口正樹(野菜茶研 武豊)

顧問 竹園 尊 中川行夫

庶務幹事 細野達夫(野菜茶研 武豊)

会計幹事 中野有加(野菜茶研 武豊)

編集幹事 岩尾憲三(中部電力)

幹事 (○は支部評議員、各県一名)

愛知県 岩尾憲三 ○鈴木茂敏(名城大) 今川正弘(県農総試) 細野達夫 中野有加

岐阜県 松村博行(県山間農技研) 石井征亜 ○田中逸夫 宮川修一(以上、岐阜大)

小林忠彦(県農技研)

静岡県 ○林真紀夫 谷 晃(以上、東海大) 杉山和美(県柑橘試) 谷 博司(県茶試)

三重県 ○新庄 彬 梅崎輝尚(以上、三重大) 岡田邦彦(野菜茶試)

支部選出本部役員

本部理事 田中逸夫

本部評議員 新庄 彬 松村博行 林真紀夫

永年功労会員表彰審査委員 細井徳夫(野菜茶研 武豊)

学会賞選考委員 林真紀夫

本部学会誌編集委員 細野達夫

会員数: 157 名(平成 15 年 1 月 31 日現在)

愛知県: 51 名, 岐阜県: 37 名, 三重県: 18 名, 静岡県: 33 名, 地区外: 18 名

日本農業気象学会東海支部 投稿規定

寄稿論文は、所属機関名、著者名、本文、文献の順に記載する。印刷 4 項(400 字詰原稿用紙 20 枚、但し図及び表を含む)までは支部で負担します。超過項のあるときは 1 項 4,000 円の割合で負担願います。

図は黒で明りょうに書いて下さい。

文献を記載される場合は著者名の性のアルファベット順とし、次のように書いて下さい。

雑誌の場合 著者名, 年号: 表題, 雑誌名, 巻(号), 項,

単行本の場合 著者名, 年号: 書名, 発行所, 項,

原稿は報告後 1 ヶ月以内に下記編集係宛に送付下さい。

期日内に到着しない論文があると発行期日に差し支えますので十分注意して下さい。なお、著者校正ができませんから、原稿用紙に特に明りょうに書いて下さい。

別刷は 50 部支部で負担します。

原稿送付先 〒459 名古屋市緑区大高町字北関山 20-1

中部電力電気利用技術研究所

日本農業気象学会東海支部 編集幹事 岩尾憲三

FULTA

日本の茶園を凍霜害から守る

FULTA 防霜ファン

品質

新世代型
防霜ファンシステム

あらゆる条件に対応する
フルタ独自の防霜ファンシステム

実績
日本一



LINE UP

- DFBシリーズ(2重俯角)
- DFCシリーズ(標準型)
- DFDシリーズ(センターストップ)
- DFFシリーズ(昇降収納型)
- DFSシリーズ(低騒音型)

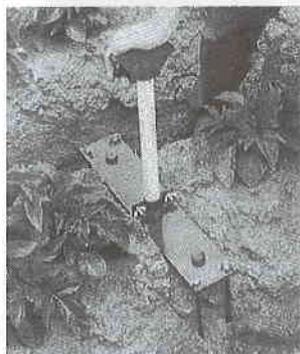
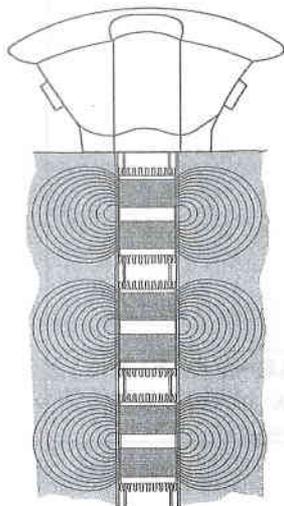
FULTA電機株式会社

本社 〒467-0862 名古屋市瑞穂区堀田通7-9
TEL (052) 872-4111(代) FAX (052) 872-4112

北 北 東	TEL (0178) 70-7740(代)	高 松	TEL (087) 845-2011(代)	大 府	工 場	TEL (0562) 46-8111(代)
仙 台	TEL (022) 390-6885(代)	山 崎	TEL (089) 946-7530(代)	技 研	工 場	TEL (0562) 48-2000(代)
北 関 東	TEL (0276) 75-3831(代)	福 岡	TEL (0942) 44-4411(代)	春 日 井	工 場	TEL (0568) 88-6311(代)
東 京 東	TEL (048) 960-5111(代)	熊 本 南	TEL (0966) 38-4561(代)	佐 賀	工 場	TEL (0952) 23-5511(代)
西 京 東	TEL (03) 5764-1101(代)	大 宮 分	TEL (097) 569-8941(代)	技 術 開 発	セ ン タ	TEL (052) 872-3961(代)
長 野 野	TEL (0263) 53-1115(代)	宮 崎	TEL (0985) 39-8911(代)	フルタ・インテック(株)	本 社 工 場	TEL (053) 436-4321(代)
静 岡 牧 之 原	TEL (0547) 47-3311(代)	日 向	TEL (0982) 69-3511(代)	フルタ・インテック(株)	細 江 工 場	TEL (053) 542-2670(代)
豊 橋	TEL (0532) 65-7222(代)	都 城	TEL (0986) 23-7211(代)	(株)フルテック	本 社 工 場	TEL (0952) 23-2111(代)
名 古 屋	TEL (052) 872-4113	鹿 児 島	TEL (099) 269-4711(代)	(株)フルテック	柳 川 (宮)	TEL (0944) 75-1371(代)
	ダイヤルイン			フルタ熱機(株)		TEL (0985) 75-1501(代)
大 阪	TEL (0729) 68-0991(代)			フルタ電機(株)		TEL 001-82-31-9039-111

土壤水分センサー

EASYAG



EasyAG 土壤水分センサー1本のプローブに10cm 間隔で取り付けられた複数のセンサーにより土壤水分の垂直プロファイルを高精度で計測出来るセンサーです。
 キャンベル社のデータロガーCR510, CR10X, CR23XにSDI-12 インターフェースを介してデータロガーのアナログ入力チャンネルを一切使用しないで多点の水分値を記録することが出来ます。
 設置はアースオーガーであけた穴にアクセスチューブを挿入しそのチューブにセンサーを挿入します。
 アクセスチューブを使用してセンサーを設置しているので土壤の構造を破壊することなくセンサーを抜き出してメンテナンスあるいはセンサーの交換をすることが出来ます。

測定範囲	絶乾～飽和						
測定精度	±0.06%						
センサー深度	10cm / 20cm / 30cm / 50cm (4 深度)						
測定時間	1.1秒 / センサー (4.4秒 / プローブ)						
センサー影響範囲	センサー周囲10cm(99%) 15cm(100%)						
センサー寸法	パイプ外径 32mm (センサー直径 26.5mm) x 長さ 700mm						
挿入用オーガー	専用オーガー + 挿入アダプター						
	インターフェース	SDI-12	アナログ電流	アナログ電圧	RS232	RS485	RT6
消費電流 (mA)	スリープ時	0.25	0	0			
	待機時	66	7	7	0.4	0.4	0
	計測時	100	100	100	100	100	80
最長ケーブル長		60m	1200m	*	70m	1000m	500m
出力分解能		16bit	12bit	12bit	16bit	16bit	16bit
温度範囲 (°C)		-20～+75	0～+70	0～+70	-20～+75	-30～+85	-30～+85



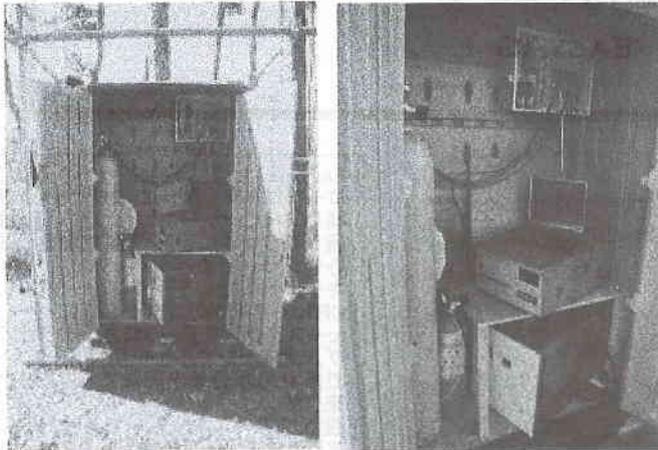
Campbell Scientific, Inc. 日本総代理店 太陽計器株式会社

<http://www.taiyokeiki.co.jp/>

本社
 〒105-0004 東京都港区新橋2-8-14
 山田ビル
sales@taiyokeiki.co.jp
 電話 03-3591-4101 / FAX 03-3591-4088

四谷分室
 160-0004 東京都新宿区四谷1-2-6
 アーバンビルサカス5
campbell@taiyokeiki.co.jp
 電話 03-3226-6682 / FAX 03-5363-6230

土壌から出るガス (N₂O, NO_x, NH₃ 等) を測定



光合成の CO₂ 測定等あらゆるガス測定機器を取り扱っています。

農業環境技術研究所にて撮影

日本サーモエレクトロン株式会社

本社：京都府宇治市横島町一ノ坪 151 番地
 TEL 0774-21-2111 FAX 0774-21-2240
 Website : <http://www.thermo.co.jp>

発行所 : 〒470-2351 愛知県知多郡武豊町字南中根40-1

野菜茶業研究所 武豊研究拠点内

日本農業気象学会東海支部

郵便振替口座 00840-4-26195

UFJ銀行 武豊支店 普通口座 1571941