

野 菜 分 科 会

イチゴ「かおり野」の糖度安定化に向けた環境制御技術

担 当	園芸作物研究室 野菜栽培グループ ○鶴山 浄真・重藤 祐司 資源循環研究室 土壌環境グループ 平田 俊昭
研究課題名 研究年度	簡易低コスト型栽培システムでの「かおり野」の高品質・ 多収生産による高収益体系の確立（平成28年～30年）

背 景

山口いちごの主力品種「かおり野」は、消費者から食味を高く評価されているが、春先に糖度が低下するとの指摘があり、その要因解明と管理面での対策が求められている。

目 的

「かおり野」の低糖度果発生要因を推定し、安定糖度を得る環境制御技術を構築する。

成 果

- 栽培期間中の「かおり野」の糖度、草勢および体内栄養の推移を把握した。
 - 本品種の無電照栽培では、2月下旬から3月の春先に低糖度果が多い時期がある（図1）。
 - 低糖度果の発生は、春先の収量増加と同時期にみられ、その1か月前より体内澱粉量の低下（蓄積同化産物の再転流）がみられる（図2）。本品種の糖度推移には、一季成り性品種が持つ休眠や覚醒の生理現象の影響がみられる。
 - 株管理（葉数と着果数）が異なる場合、管理葉数当たりの着果数が多いと糖度は低く推移する（図1）。ただし、無電照栽培における糖度は、株管理による差よりも時期変動差が大きい（図1）。
- 「かおり野」栽培では、積極的な電照利用で冬季草勢を安定させることが、糖度の安定化に有効である。
 - 既往研究では、収量、生育環境および草勢に関する要素が糖度に影響を及ぼすとされるが、積極的に電照を利用して草勢を維持した栽培ではこれらの相関は小さくなる（表1）。本品種の栽培では電照を行わない事例もみられるが、電照や局所加温による積極的な休眠制御は糖度安定化に不可欠な要素である（図3）。
 - 植物成長調節剤（伸長促進、徒長抑制）による生育制御では、果実の糖度の安定推移は得られない（データ略）。

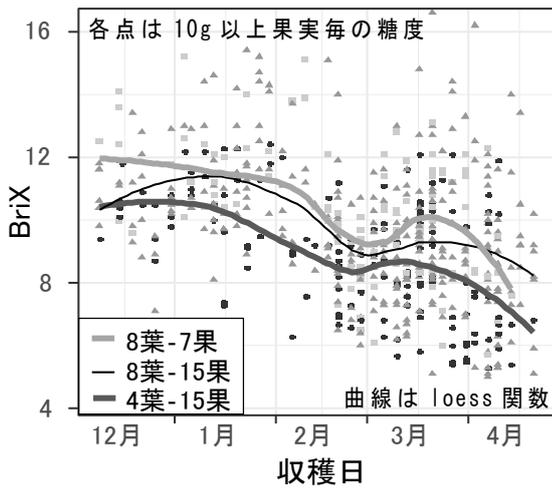


図1 株管理が異なる場合の果実糖度推移^{※1}

(無電照ハウス、平成27年)

※1 いずれの区も2月下旬に低糖度果が多い。

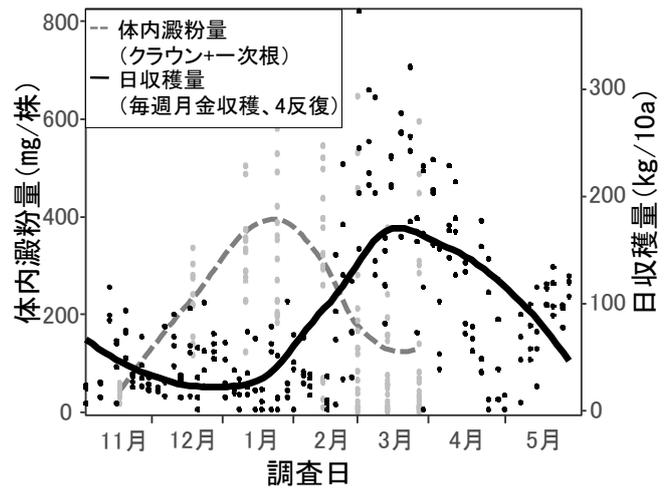


図2 栽培期間中の体内澱粉量および日収穫量の推移

(図1の8葉-15果区データ)。

表1 休眠抑制が異なるハウスの果実糖度と収量性、果実成熟環境および株栄養状態に関する要素の相関係数^{※2} (平成28年)

果実糖度に影響があるとされる要素	休眠制御(弱→強)		
	無処理 (無電照)	不十分 (日長12時間電照)	積極制御 (電照+クラウン加温)
(果実要素)	-	-	-
果実重量	-	-	-
(収量性要素)			
日毎の収穫果数	-0.50	-0.47	-0.32
日毎の収穫量	-0.46	-0.46	-0.39
(果実成熟環境要素)			
成熟日数	-	-	-
成熟期平均気温	-0.45	-0.30	-
成熟期平均日射量	-0.48	-0.26	-
(株生育要素)			
体内澱粉量	0.55	0.36	-
葉面積	-0.49	-0.22	-
サンプル数n	248	346	168

※2 相関の強さ
 (-) : 相関なし
 数字 : 低い相関
 網掛け数字 : 相関あり
 注) いずれも8葉-15果管理

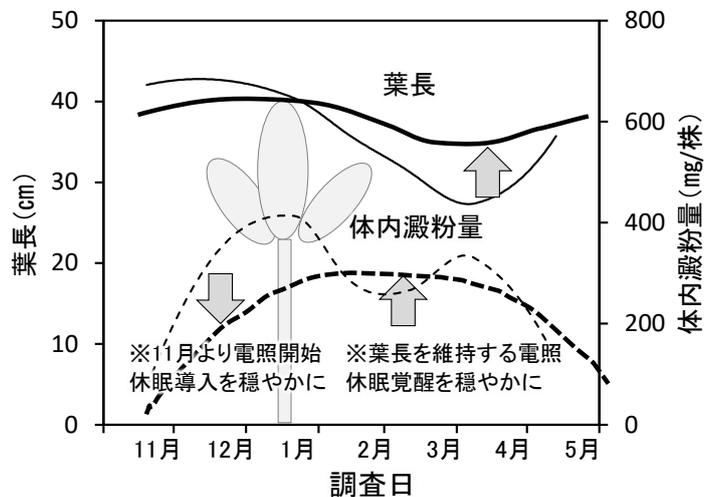
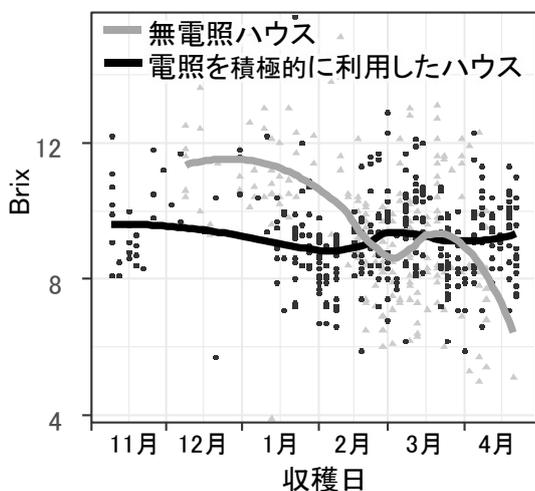


図3 電照を積極的に利用したハウスの糖度(左)、葉長および体内澱粉量の推移(右)(平成29年、右図細線は実測値、太線はモデル)

地域企業と連携したイチゴ・トマト用 UECS普及モデルの開発

担 当	園芸作物研究室 野菜栽培グループ ○重藤 祐司・鶴山 浄真・茗荷谷 紀文
研究課題名 研究年度	イチゴ・トマト栽培におけるUECS「農の匠」モデルの パッケージ化 令和元年～3年

背 景

本県では低コスト型 UECS^{*} を利用したイチゴ・トマトの生産性向上を実証してきたが、DIY 前提であったため、普及へのハードルが高かった。そこで、施工が容易で、破損リスクが低い制御装置を開発し、地域企業による組立・設置・メンテナンス体制を整備することで、普及性が高まると判断した。また、ハウス付帯設備まで含めた仕様（無駄な制御盤等を排除）を示すことで、導入メリットを強調できると考えられた。

目 的

低コストな UECS 制御装置の開発およびハウス付帯設備の基本仕様を示す。

成 果

1 UECS 制御装置（以下：本機）の開発

- (1) 本機は、施工性、堅牢性に優れた「UECS-PiNeuron」を採用し、緊急時に ON-OFF 操作できる手動スイッチを配置した仕様である（図 1）。
- (2) 販売予定価格は、約 100 万円（モニタリング機器）で、一般流通機種（130～400 万円）と比較して最も低コストである。

2 ハウス付帯設備を含めた低コスト化

各アクチュエーターおよび制御盤の導入経費を含めると、10a あたり 400 万円以上の経費がかかるが、レス化（UECS 制御により不必要となるサイド・谷換気装置制御盤、CO₂ 制御盤・センサー、養液土耕栽培システム、タイマーボックス等を省略）によって、イチゴで 586,500 円、トマトで 813,000 円の初期投資額を低減することができる（表 1）。

3 成果の活用について

- (1) クラウド契約によって、インターネット利用によるモニタリング、制御も可能となる。
- (2) 株式会社サンポリでは、できるだけ早期に発売したい考えであり、設置からアフターサービスまで対応できるよう準備を進めている。

^{*} ユビキタス環境制御システム(Ubiquitous Environment Control System)の頭文字で、公開された通信規格である共用通信子(UECS-CCM)のこと。またそれを利用した制御装置。

【基本仕様（L503モデル）】

- ・デジタル入力（センサーからの入力）：最大 24 点
- ・リレー出力（アクチュエーターへの出力）：最大 19 点

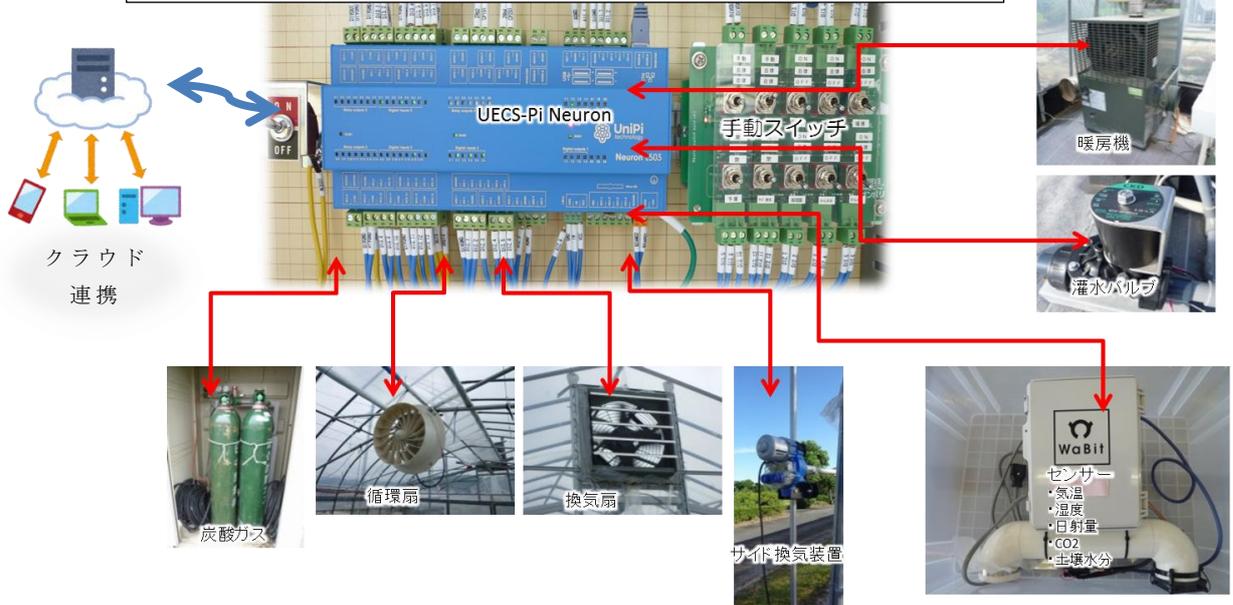


図 1 UECS 普及モデル試作機

表 1 10a 導入時の必要装備例とレス化によるコスト低減効果

アクチュエーター等	品名	個数	参考価格 円	金額 円	イチゴ		トマト	
					①制御盤あり	②制御盤のレス化	①制御盤あり	②制御盤のレス化
UECS制御機一式	UECS-Pi neuronL503等	1	1,000,000	1,000,000	○	○	○	○
サイド・谷換気装置	電動カンキッ	6	40,000	240,000	○	○	○	○
	電動カンキッN制御盤	2	130,000	260,000	○	○	○	○
	電動カンキッNトランス盤	3	60,000	180,000	○	○	○	○
換気扇	羽根径100cm	1	130,000	130,000	○	○	○	○
	換気システム制御盤	1	67,000	67,000	○	○	○	○
循環扇	ドライファンはやぶさ	6	40,000	240,000	○	○	○	○
	タイマーボックス	1	30,000	30,000	○	○	○	○
暖房機	ハウスカオンキ	1	1,090,000	1,090,000	○	○	○	○
	4段サーモヤコン	1	80,000	80,000	○	○	○	○
CO2施用機	グロウエア	1	330,000	330,000	○	○	○	○
	CO2コントローラー	1	70,000	70,000	○	○	○	○
	CO2センサー	1	43,000	43,000	○	○	○	○
液肥混入機	養液王	1	95,000	95,000	○	○		
	ドサトロン	1	200,000	200,000	○	○		○
	養液土耕栽培システム	1	500,000	500,000			○	
	攪拌機モーターセット	1	30,000	30,000			○	
電磁弁	25A DC24V	3	20,000	60,000	○	○	○	○
電照	みのり電球	180	400	72,000	○	○		
	タイムスイッチ	1	8,500	8,500	○			

合計 4,195,500 3,609,000 4,350,000 3,537,000

②-①

-586,500

-813,000

注)

価格については、(株)サンポリ調べ(2020年1月現在)

ドローンによる病害虫の早期発見技術の開発 ～レンコン腐敗病対策～	
担 当	資源循環研究室 病害虫管理グループ・発生予察グループ ○溝部 信二・西見 勝臣・小田 裕太
研究課題名 研究年度	ドローンによる病害虫の早期発見技術および防除技術の開発（レンコン腐敗病対策） 令和元年～令和3年

背 景

岩国のレンコン産地では、古くからレンコン腐敗病などの土壌病害に悩まされてきた。栽培中に腐敗病の症状が確認されたほ場では、早掘り等（9月収穫）で対応可能である。しかし、レンコンが繁茂した後は、ほ場に入れず、周囲から見ただけで発生の確認をするのは困難であるため、対策が求められている。

目 的

ドローンで撮影した画像等を利用したレンコン腐敗病の早期診断技術を開発し、発病程度に応じた効率的な防除体系を確立することで、収量の安定や品質の向上を図る。

成 果

1 ドローン撮影画像による黄化葉の確認

ドローンを用いて地上約40mから撮影した画像を肉眼で観察することにより、レンコン腐敗病が原因と考えられる黄化・枯死葉を判定できた。症状はクサビ状枯死、葉縁部枯死、全面枯死に分類された（図1、図2）。

2 病徴の推移

黄化・枯死葉の発生は7月上旬からドローンにより認められた。面積当たりの発生か所数は7月下旬から徐々に増加が見られ、前年の腐敗程度（農家アンケートの回答による）に関わらず、9月上旬に急増した。被害葉は短期間で枯死・倒伏したため、9月中旬になると発生か所数は減少した。9月22日に山口県に接近した台風17号の強風によりレンコンの葉は倒伏し、調査不能となった（図3）。



図1 撮影に使用したドローン（山口大学）



クサビ状枯死

葉縁部枯死

全面枯死

図2 ドローン撮影画像から確認できた黄化・枯死葉

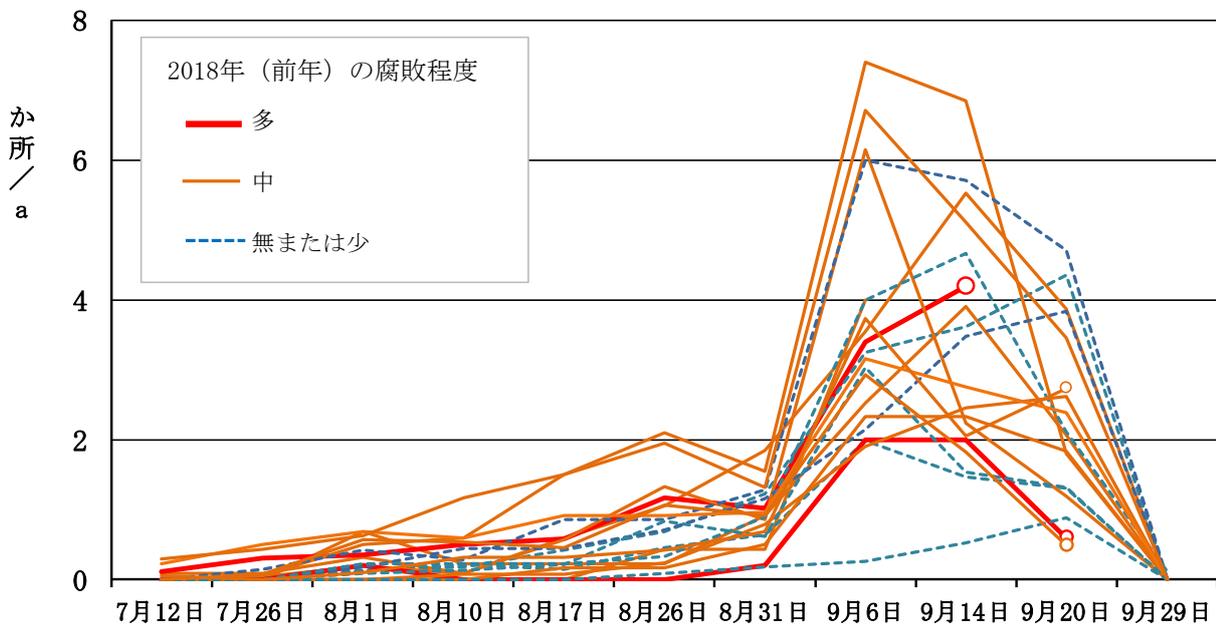


図3 黄化・枯死葉の発生か所数の推移

「多・中・無または少」は2018年（前年）産の腐敗程度（農家アンケート回答）
（グラフの○印は収穫を示す）

夏期高温でも栽培できる濃緑色の小ネギ F₁ 品種の育成	
担 当	園芸作物研究室 野菜栽培グループ ○藤井 宏栄・西田 美沙子・重藤 祐司
研究課題名 研究年度	耐暑性に優れる濃緑色葉ネギ育種素材の開発 平成 27 年～令和元年

背 景

生産現場において小ネギは、高温年に発芽率が低下し、葉先枯れ症状の発生や葉色の淡緑化等により生産量や品質が低下する。また、近年の温暖化により、さらなる影響の拡大が懸念されおり、品質や収量の優れた夏栽培用品種が求められている。

目 的

耐暑性（高温発芽、耐葉先枯れ、高温伸長）に優れる濃緑色小ネギ F₁ 品種を開発する。

成 果

1 高収量・濃緑色・耐暑性 F₁「中山交 01」の育成および特性（表 1、図 1）

- (1) 中原採種場（株）の耐暑性 CMS（細胞質雄性不稔）を種子親に、山口県の極濃緑色品種「YSG 1 号」を花粉親として交雑し育成した。
- (2) 市販 F₁ 品種と比較して、収量が多く、葉色が濃く、35℃での高温発芽率が高く、葉先枯れの発生も少ない。
- (3) 草姿は立性で分げつ発生は少なく、耐倒伏性も高い。

2 極濃緑色・耐暑性 F₁「山交 03」の育成および特性（表 1、図 2）

- (1) 山口県の濃緑色耐暑性 CMS 系統を種子親に、山口県の極濃緑色品種「YSG 1 号」を花粉親として交雑し育成した。
- (2) 「中山交 01」より収量は劣るが、葉色は極濃緑色で、35℃の高温でも発芽率は高く、葉先枯れの発生も極めて少ない。
- (3) 草姿は立性である。

3 成果の普及について

- (1) 「中山交 01」は収量性が高く葉色や耐暑性に優れる等、総合的なバランスが良いため、50 cm 前後サイズの一般的な小ネギ栽培に向く。令和 2 年に品種登録出願予定である。
- (2) 「山交 03」は、極濃緑色で耐暑性も極めて高いため、出荷規格が 30～50 cm で品質が重視される小ネギ栽培に向く。

表1 有望F₁系統と一般品種との特性比較^z(令和元年9月)

品種・系統	長さ (cm)	収量 ^y		太さ (mm)	1本重 ^x (g)	葉色 SPAD	葉先枯れ 発生率(%)	製品率(%)	高温発芽 率(%) ^w
		本数	重量(g)						
F ₁ 中山交01	37.6±1.0 ^v	263.3±10.5	519.4±67.3	3.1±0.1	2.0±0.1	65.8±0.7	4.1	85.1	85.0
F ₁ 山交03	36.4±1.3	264.3±20.9	426.6±54.3	3.0±0.1	1.9±0.1	72.0±0.4	3.0	82.9	91.3
YSG1号	33.9±1.7	217.4±17.0	309.7±48.5	2.9±0.1	1.8±0.1	74.1±0.4	9.2	68.2	66.0
浅黄系九条	43.7±1.4	212.7±27.8	380.1±66.9	2.6±0.1	1.4±0.1	58.8±1.1	8.5	68.3	27.3

z 7月4日播種、9月11日収穫

y 0.5㎡当たりの収量

x 37cm草丈の1本重

w 35℃の条件で1週間で発芽した割合、5mm以上出芽したもの

v 平均値±標準誤差(n=3)



図1 耐暑性・濃緑色・立性の小ネギ用F₁「中山交01」
左:「YSG1号」、中央「中山交01」、右「浅黄系九条」

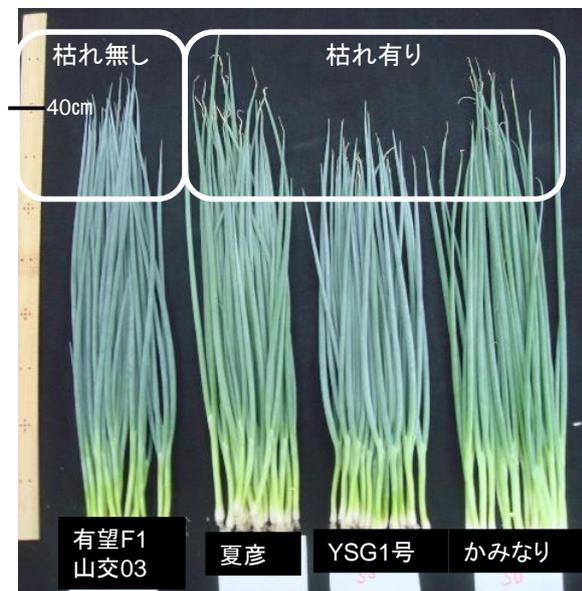


図2 耐暑性・極濃緑色・立性の小ネギ用F₁「山交03」
左から:「山交03」、「夏彦」、「YSG1号」、「かみなり」
「山交03」のみ、葉先に枯れが発生していない

※本研究は農林水産省「戦略的プロジェクト研究推進事業(温暖化の進行に適応する品種・育種素材の開発委託事業)」の支援を受けて実施した。

濃緑色の耐暑性品種を利用した 夏期の小ネギ灌水管理技術

担 当	園芸作物研究室 野菜栽培グループ 資源循環研究室 土壌環境グループ 藤井 宏栄・○西田 美沙子・重藤 祐司・ 木村 一郎*・渡辺 卓弘
研究課題名 研究年度	温暖化の進行に適応する生産安定技術の開発 平成27年～令和元年

背 景

本県の小ネギ産地においては、高温期の葉先枯れ症状の多発や生育遅延等が問題となっている。この要因の一つとして、葉色を濃くするための過剰施肥や水分ストレス付与が考えられる。

当センターは濃緑色の耐暑性品種を育成しており、この特性を活かす施肥灌水方法を確立することで、高品質・安定生産が可能となる。

目 的

小ネギ耐暑性品種を用い、夏期に高品質・安定生産を実現するための施肥灌水方法を明らかにする。

成 果

1 灌水方法

夏期（7、8月）に草丈 50cm 程度で収穫する栽培において、以下の方法で耐暑性品種を栽培すると、葉先枯れが生じることなく、安定した収量が得られ、生育日数が短縮できる（表1）。

- (1) 第2葉および第4葉の伸長時は、pF値を1.5-2.0の範囲に維持するよう積極的に灌水する（図1）。
- (2) これ以外の時期は過乾燥にならない程度の灌水に留める。
- (3) 収穫前の1週間程度は灌水せず、土壌を乾燥させる。

2 施肥量

窒素施肥量を標準の半量（1.0kg/a）に削減しても、収量および濃緑色が維持できる（表1）。

3 成果活用上の留意点

- (1) 昇温防止を目的とした遮光は、徒長を招くため不適である（図2）。
- (2) 耐暑性品種「中山交01」「山交03」「YSG1号」を利用した5～8月播種作型で適応可能である。

*現農林総合技術センター農業担い手支援部



※pFメータは、畝中央に置いた灌水チューブから約25cm離し、10cm深に設置。
 実測のpF値は、朝と夕方に記録した値の平均を示した。

図1 小ネギの生育に応じた灌水指標 p F 値

表1 灌水管理と施肥量の違いが葉ネギの収量に及ぼす影響^z
 (平成28年)

試験区	生育日数 (日)	草丈 (cm)	収量 (kg/m ²)	葉色 ^u			葉先枯れ 程度(%) ^w	
				L*	a*	b*		
積極灌水 ^x	1/2施肥区 ^y	56	50.4 a ^v	3.2 a	45.4 b	-6.4 b	5.8 a	0.0 b
	標準施肥区	56	51.7 a	3.1 ab	42.1 c	-6.2 b	4.9 a	4.2 ab
標準灌水	1/2施肥区	84	45.6 b	3.0 ab	51.9 a	-4.5 a	1.6 b	13.3 a
	標準施肥区	84	44.8 b	2.8 b	50.8 a	-4.6 a	1.5 b	16.7 a

^z 栽培期間：積極灌水区（播種6/3、収穫7/29）、標準灌水（播種6/3、収穫8/26）

^y 試験区の構成（基肥Nkg/a・追肥Nkg/a）：1/2施肥（0.5・0.5）、標準施肥（1.5・0.5）

^x 積極灌水区の灌水量：草丈15cm程度から積極灌水区収穫日までの期間中、標準灌水区の1.6倍灌水

^w 葉先枯れ程度：1cm以上の葉先枯れ発生株率

^v Tukeyの多重検定により、異なる英小文字間には5%で有意差あり

^u 分光測色計で測定。L*（明るさ）、a*（緑(-)～赤(+))、b*（青(-)～黄(+))

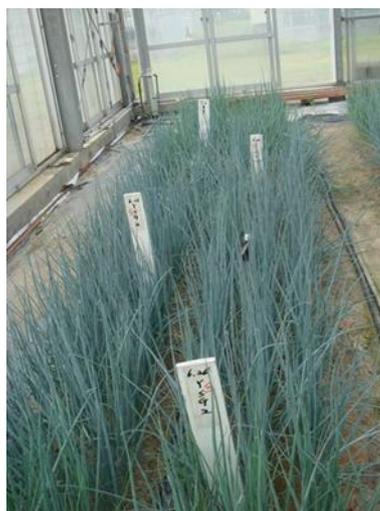


図2 遮光の有無による草姿の違い（左：遮光有り、右：遮光無し）

※本研究は農林水産省「戦略的プロジェクト研究推進事業（温暖化の進行に適應する生産安定技術の開発委託事業）」の支援を受けて実施した。

現場から依頼のあった病害虫診断について	
担 当	資源循環研究室 発生予察グループ ○小田 裕太
研究課題名 研究年度	平成30年～令和元年

背 景

農作物の生育障害が発生した場合、その原因を明らかにし、適切な対策を講じなければならない。しかし、生育障害は微生物や害虫に起因するものから、非生物的要因に起因する諸障害まで多様であり、多くの知識・経験が必要とされる。このような中、農林総合技術センターでは、現場からの相談に応じて病害虫診断を行っており、最近2年間では120件を超える持ち込みがある。

目 的

現場で発生した生育障害の原因を明らかにし、適切な防除指導に資する。

成 果

1 水稻苗（育苗箱）の枯死症状の診断

(1) 観察

- ア 持ち込まれた苗は、生育不良症状が中心からすり鉢状に広がり、初発生地点から遠ざかるほど症状の程度が低下していた（図1）。
- イ すり鉢中心部の苗も外周部の苗も葉齢は2.5葉程度で揃っていた。
- ウ 被害苗は芯葉が容易に引き抜けず、基部の腐敗は認められなかった。
- エ 中心部の苗の根量は外周部に比べて少ない傾向であった。
- オ 根を検鏡した結果、卵孢子と隔膜のない菌糸が観察された（図2）。

(2) 診断結果

- ア 症状と葉齢の観察から、緑化期以降に、根部に進展性の何らかの障害が生じたものと考えられた。
- イ 細菌病の特徴を呈さず、育苗期間が比較的低温であることから、病害としては糸状菌病が疑われた。
- ウ 検鏡結果を含め、*Pythium*属菌による苗立枯病であると診断した。

2 トマト苗（ポット）の生育不良の診断

(1) 観察

- ア 苗の葉に褐変が見られ、新葉には萎縮や黄化が認められた（図3）。
- イ 葉の症状は下位葉から上位葉まで認められた。
- ウ 褐変部等を検鏡したが、糸状菌や細菌は観察されなかった。
- エ 持ち込みの日から2週間程度温室で管理したところ、枯死に至らず黄化症状の回復が認められた。

(2) 診断結果

- ア 病原菌が観察されず、下位葉に症状が認められ、症状の回復が見られたことからウイルス病を含め病害の可能性は低いと判断した。
- イ 症状から除草剤等の薬物の影響も疑われ、症状が回復したことから薬剤の影響だとしても、かなり濃度の低いことが示唆された。



図1 イネ苗の生育不良

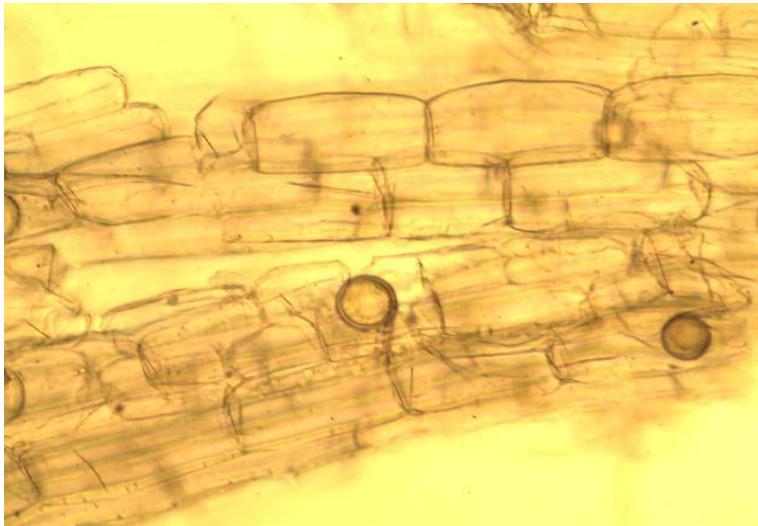


図2 根部組織中に形成された卵胞子



図3 トマト苗の生育不良

