令和４年度　成績概要書

課題コード（研究区分）：　2101－123421　（重点研究）

１．研究課題名と成果の要約

１）研究成果名：半促成長期どり作型トマトにおける環境・養分制御を用いた省力多収技術
（研究課題名：パイプハウスにおける環境および養分制御による省力多収技術の開発）

２）キーワード：変温管理、葉面積指数、CO_2施用、非破壊窒素栄養診断、貢献利益

３）成果の要約：自動換気装置、加温機を用いた変温管理と CO_2 発生装置から成る複合環境制御により、葉面積指数や最終収穫段数が増加し、裂果・病害果率が低下して良果は 26～84％増収し、「麗月」では約 44 万円/10a の貢献利益増加が見込まれる。非破壊窒素栄養診断で養分制御した養液土耕では養分過不足が小さくなり増収する。

２．研究機関名

１）代表機関・部・グループ・役職・担当者名：道南農業試験場・研究部・生産技術グループ・主任主査・大橋優二

２）共同研究機関（協力機関）：花・野菜技術センター・研究部・花き野菜グループ、上川農業試験場・研究部・生産技術グループ、北方建築総合研究所・建築研究部・環境システムグループ（中央農業試験場・農業システム部・農業システムグループ、渡島農業改良普及センター、上川農業改良普及センター、ホクレン農業協同組合連合会農業総合研究所、伊達信用金庫アグリサポート担当）

３．研究期間：令和 2～4 年度　（2020～2022 年度）

４．研究概要

１）研究の背景

本道の施設園芸のうちトマト等の長期どり野菜では春秋の低温、夏季の高温や乾燥、ハウス密閉時の CO_2 不足等で光合成が抑制され、収量ポテンシャルが十分に発揮されない状況がみられる。さらに、多くの施設園芸では側窓の手動開閉による温度管理や草勢等の観察による養水分管理が行われ、作物生育に適した環境・養分条件の設定が難しい状況にある。このため北海道の栽培体系に応じた環境・養分制御技術が求められている。

２）研究の目的

本道パイプハウスの光合成促進等による生産性向上と省力化を図るため、ハウス内環境モニタリングによる各制御機器を連携させた複合環境制御技術および非破壊窒素栄養診断による養分制御技術を開発する。

５．研究内容

１）本道の栽培体系に適合した複合環境制御技術の開発（R2～4 年度）

・ねらい：本道の栽培体系に適合した複合環境制御技術の開発および低圧ミスト、側窓自動換気の効果を示す。

・試験項目等：上川農試：①対照（自動換気装置・設定 25℃、小型加温機（4/15 定植～5 月上旬の夜間微加温））、②環境制御（自動換気装置と加温機（変温管理）・CO_2発生装置・低圧ミスト(R4 中止)による制御）、両区とも内張りカーテンは春・秋季に手動開閉、養液栽培、北総研：光合成・転流促進や燃料低減を図る環境条件をシミュレーション解析、 花・野菜センター：①低圧ミスト、②自動換気の単独効果を無加温で検討

２）非破壊窒素栄養診断による養分制御技術の開発（R2～4 年度）

・ねらい：可視光・近赤外光センサーによる非破壊窒素栄養診断と養液システムの養分制御技術を開発する。

・試験項目等：①慣行：土耕、②養液診断：葉柄・果梗(R2)、可視光・近赤外光センサによる主茎(R4)の硝酸濃度で養液土耕窒素施肥基準の施肥量増減、③養液：同基準の施肥量、側窓自動換気（R4 は手動も設定）

３）複合環境制御および養分制御の導入に伴う経済性、労働時間の評価（R3～4 年度）

・ねらい：粗収益、費用、貢献利益（粗収益－費用）、各労働時間について制御導入の有無で比較する。

・試験項目等：10a 当たりの販売量、粗収益、費用、貢献利益等の経済性、収穫調製時間等の労働時間を試算

６．研究成果

1）①変温管理が積算温度、燃料消費に及ぼす影響のシミュレーション解析等で環境制御条件を設定した(図 1)。

②複合環境制御により環境制御区のハウス内 CO_2濃度（正午）は対照区に比べ、側窓の開放時間が長い夏季（7、8 月）も含めて常時高い値で推移した（図 2）。また、環境制御区の LAI（葉面積指数）は生育初期から対照区よりも高く推移したことから、環境制御区の積算受光量は対照区に比べて多いと推察された。

③複合環境制御により良果の収量・果数は増加し、裂果率や病害果率は低下した（表 1）。裂果・病害果の低減は変温管理による結露減少に伴う効果と推察された。複合環境制御による増収効果には品種間差がみられ、最終収穫段数や 1 段当たり良果数の増加が認められた。以上から、複合環境制御では加温による葉面積や CO_2 施用による 1 果重・果数の増加、変温管理による裂果・病害果低減の各効果が増収に寄与したと考えられた。

④複合環境制御下の低圧ミストの飽差改善による光合成促進効果は判然とせず、低圧ミスト単独施用でも気温や飽差の改善効果が小さかったため（データ略）、病害誘発や費用対効果を考え低圧ミストは不要とした。

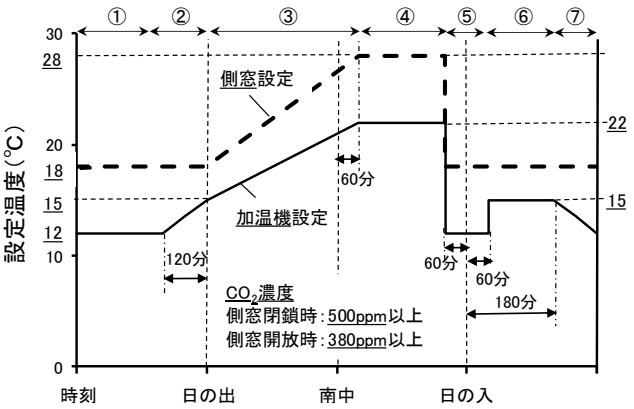
⑤側窓自動換気はトマト生育に与える効果は判然としないが、側窓開閉作業時間は削減された（データ略）。

2）栄養診断で養分制御した養液診断区は制御しない養液区に比べて養分供給の過不足が小さく、総窒素施肥量は慣行区対比 62～92 で少ないにも関わらず、良果数増加で安定して約 1 割増収した（データ略）。

3）①複合環境制御では「麗月」で約 44 万円/10a の貢献利益の増加が見込まれた（表 2）。増収により収穫・調製時間は 97hr/10a 増加し 10a 当たり総労働時間も増加したが、収量 1t 当たりの労働時間は短くなり労働生産性は高まった。一方、増収幅の小さい「CF 桃太郎ファイト」では貢献利益が悪化した（データ略）。

②「側窓手動・自動慣行区」に養分制御を導入すると約 6～7 万円/10a の貢献利益増加が見込まれた（表 2）。養分制御による灌水・追肥作業の自動化および側窓自動換気の導入により労働時間は減少し、収量 1t 当たり労働時間も短くなり省力的であった。

＜具体的データ＞



項目	環境制御区（丸数字は上図の時間帯に対応）						
時間帯	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦
側窓設定温度(℃)	18	18	18 →28	28	18	18	18
加温機設定温度(℃)	12	12 →15	15 →22	22	12	15	15 →12

図１　複合環境制御の設定条件（北総研、上川農試、R4 年）

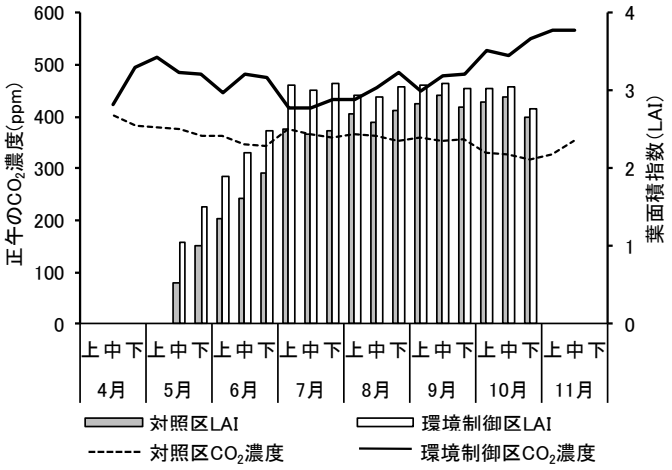


図２　複合環境制御が LAI およびハウス内 CO_2 濃度に及ぼす影響
（上川農試、R4 年、「CF 桃太郎ファイト」）

表１　複合環境制御がトマトの収量、品質に及ぼす影響（上川農試）

年	供試品種	処理区	果実収量(t/10a) 総収量	良果	良果増加量[3]	良果収量指数[1] (%)	良果1果重 (g)	果数(千個/10a) 総果数	良果	良果増加量[3]	良果数指数[1] (%)	裂果率[2] (%)	病害果率[2] (%)	最終収穫段数
R2	「CF桃太郎ファイト」	対照	14.4	9.6	－	100	170	97.7	56.8	－	100	17.7	1.2	－
		環境制御	19.8	15.1	5.5	156	164	134.4	92.1	35.3	156	5.0	0.0	－
	「麗月」	対照	16.0	10.3	－	100	197	109.9	52.1	－	100	0.6	0.0	－
		環境制御	22.5	17.4	7.2	170	216	129.8	80.6	28.5	155	0.1	0.0	－
R3	「CF桃太郎ファイト」	対照	16.4	9.7	－	100	172	111.2	55.7	－	100	23.1	7.9	－
		環境制御	16.8	12.9	3.2	133	165	125.1	78.2	22.5	140	6.6	2.2	－
	「麗月」	対照	13.5	8.2	－	100	156	124.8	52.8	－	100	10.7	5.4	－
		環境制御	19.3	15.1	6.9	184	163	152.5	93.0	40.2	176	3.6	2.5	－
R4	「CF桃太郎ファイト」	対照	18.0	16.1	－	100	166	118.9	97.5	－	100	2.7	3.8	14.5
		環境制御	21.5	20.5	4.3	126	174	132.6	117.4	19.9	120	0.6	0.4	16.9
	「麗月」	対照	19.4	16.0	－	100	155	138.2	103.3	－	100	1.6	7.2	14.5
		環境制御	24.3	23.0	7.0	141	158	165.6	146.1	42.8	141	0.1	1.0	16.9

1）対照区を100とした指数、2）総果数に対する割合、3）「環境制御」－「対照」、4）R4年はミストを中止

表２　複合環境・養分制御の導入に係る経済性と労働時間（上川農試、道南農試）

制御	品種	処理区	販売量 (kg/10a)	粗収益 (千円/10a)	費用 (千円/10a)	貢献利益 (千円/10a)	労働1時間当たり貢献利益(円/hr)	労働時間 (hr/10a)	収量1t当たり労働時間(hr/t)
環境制御	「麗月」	対照	15,990	5,422	3,745	1,677 ―	1,053 ―	1,592 (100)	100 (100)
		環境制御	23,016	8,098	5,977	2,120 (444)	1,255 (202)	1,690 (106)	73 (74)
養分制御	「CF桃太郎ファイト」	側窓手動・慣行	9,769	3,078	2,425	654 ―	491 ―	1,331 (100)	136 (100)
		側窓手動・養液診断	11,222	3,486	2,763	724 (70)	562 (71)	1,288 (97)	115 (84)
		側窓自動・慣行	10,171	3,187	2,553	633 (▲ 20)	485 (▲ 6)	1,305 (98)	128 (94)
		側窓自動・養液診断	11,332	3,554	2,842	713 (59)	566 (75)	1,258 (95)	111 (82)

1）養分制御の側窓自動系列：自動換気装置、環境制御システム（統合環境制御盤、温度センサ等）を計上
2）販売量はR4年収量データ、 3）貢献利益：粗収益－費用（直接固定費が含まれる）、カッコ内は対照区、
側窓手動・慣行区との差、4）札幌市中央卸売市場旬別販売単価、灯油単価96.1円/Lで試算（H30～R4年平均値）
5）労働時間：カッコ内は対照区、側窓手動・慣行区を100とした指数、6）ラウンドの関係で値が一致しない箇所がある

７．成果の活用策

１）成果の活用面と留意点

・本成果は半促成長期どり作型トマトの生産性ならびに省力性の向上に活用する。
・本課題では栽培環境の制御に統合制御可能なソフトウェア「Arsprout-Pi」を使用した。
・環境制御技術マニュアル（非破壊窒素栄養診断を含む）を試験場ウェブサイトで公開する。

２）残された問題とその対応　　なし

８．研究成果の発表等

・古山真一ら（2021）園芸学研究第 20 巻別冊 2 p303
・古山真一・高濱雅幹（2022）北海道園芸研究談話会報第 55 号 p10-11
・古山真一ら（2023）北海道園芸研究談話会報第 56 号（出版中）