

平成25年度 成績概要書

研究課題コード（研究区分）：3101-313431（経常研究（各部））
5101-513211（共同研究）

1. 研究成果

1) 研究成果名：地中熱交換システムを活用した省エネルギー施設園芸技術の評価（2011-2013）
（予算課題名：地中熱交換システムの施設園芸での適応試験（2009-2010））

2) キーワード：地中熱交換システム、局所冷暖房、寒締めほうれんそう、デルフィニウム、バラ

3) 成果の要約：地下2mにパイプを埋設した地中熱交換システムは、夏期は約20℃、冬期は0℃以上の送風温度を確保することができた。局所冷暖房の利用により、寒締めほうれんそうの播種期の延長、バラ冬期栽培の燃料費削減等の可能性が示された。

2. 研究機関名

1) 担当機関・部・グループ・担当者名：花野菜・研究部・花き野菜G・主任研究員 生方雅男
2) 共同研究機関（協力機関）：積水化学北海道、昭和マテリアル、（北海道工業大学）

3. 研究期間：平成21～25年度（2009～2013年度）

4. 研究概要

1) 研究の背景 燃料価格が高騰し、施設栽培における低コストな冷暖房技術開発が緊急の課題となっている。地中熱交換システムは地中にパイプを埋設し、外気を送り込むことにより地中熱との熱交換で夏は冷房、冬は暖房の効果が得られるシステムである。但し、ハウス全体の空調能力はないため、作物の局所空調を検討する必要がある。

2) 研究の目的 地下2mにパイプを埋設した地中熱交換システムの性能評価を行うことにより、道内の施設園芸への局所冷暖房としての利用場面を検討する。

5. 研究方法

1) 地中熱交換システムの施工と試験ハウス規模 パイプハウス間口6m×奥行き20m（滝川市）、地中熱、対照ハウス各2棟、地中熱交換システム（水道用リブパイプ（径350mm）地下埋設長約100m×2本、送風機1,000W5,500立米/h、インバーターで出力調整）からの冷温風を植物付近までダクト配管し局所冷暖房する。

2) 野菜に対する冷暖房効果の評価（H21～25）

・ねらい：いちごのクラウン部冷却の効果、寒締めほうれんそうの暖房効果について評価を行う。

・試験項目等：収量、品質（糖度、酸度）、気温、湿度、地温の推移

（1）いちご冷房 株の位置に穴を開けたポリエチレン管（20A）を株の両脇に配管し、クラウン部分を冷房、期間（7/1～9/1：終日）

（2）寒締めほうれんそう暖房 株上に不織布、その下にダクトで送風加温（10月中旬から）

3) 花きに対する冷暖房効果の評価（H21～25）

・ねらい：デルフィニウムの夜冷育苗、定植後の局所冷房、バラの冬期休眠時の暖房、夏期の局所暖房の効果について評価を行う。

（1）デルフィニウム冷房 セルトレー上に送風ダクトを吊り、夜間は遮光シートでトンネル内冷房 ベット上の条間にダクトを設置し（7/1～9/1：終日）で冷房

（2）バラ冷暖房 ハイラック栽培で折り曲げた葉の下からダクトで（7/1～9/1：終日）冷房

冬期休眠時（12～1月）にトンネル被覆しその中をダクトで加温（暖房機は停止）

・試験項目等：収量、切花品質、気温、湿度、地温の推移

6. 成果の概要

1) 冷房運転時、地中からの送風温度は7月上旬の15℃から徐々に上昇したが、8月下旬でも日中20℃と冷房が可能であった（図1）。但し、ハウス内をダクトで送風するために、日射の影響を受け作物への吹き出し口では30℃以上になる場合があり（図2）、作物に対応した送風方法の改良が必要である。

2) 暖房運転時、地中からの送風温度は10月の14℃から徐々に低くなり、2月下旬には2℃近くになったが、午前中で最も低い6時においても0℃以上の温度を確保することができた。但し、ハウス内をダクトで送風するために、外気の影響を受け、バラ等のトンネル内が0℃以下になる場合があり、送風方法の改良が必要である。

3) 夜間地中からの送風湿度は100%程度であったが（図1）、今回のシステムでは病害の発生は認められなかった。

4) いちごでは、局所冷房により一果重は高まったが、成り疲れにより収量は減少した（データ省略）。

5) 寒締めほうれんそうは、局所暖房により播種晩限を延長できる可能性があり、10月上旬播種でも冬期間も凍結することなく2月上旬までの収穫が可能であった（表1）。

6) デルフィニウムの夜冷育苗には、効果が認められたが、春定植2番花に対する局所冷房の効果は認められなかった（データ省略）。

7) バラでは、冬期休眠時に局所暖房のみで越冬栽培が可能であった。燃料消費量は慣行栽培に比べて15～20%程度節減ができ、秋期の収量・品質の向上とあわせて周年利用の可能性が示された（データ省略）。

8) 以上、地中熱交換システムを用いた各品目に対する局所冷暖房の評価をとりまとめた（表2）

< 具体的データ >

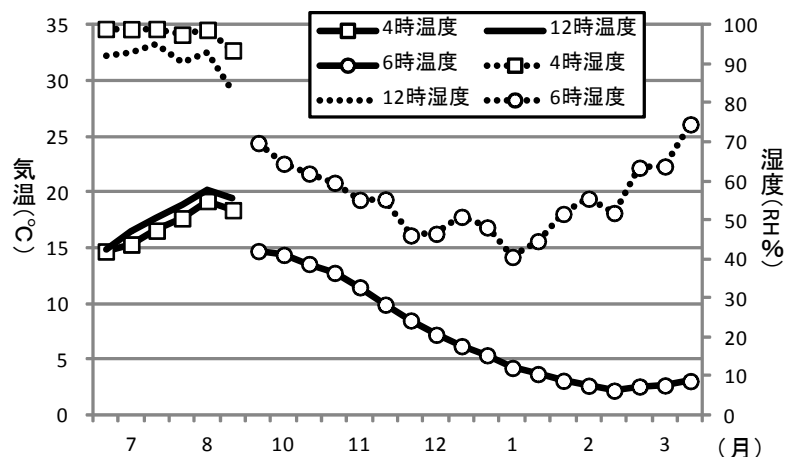


図 1. 作物への配管前の送風温湿度（2013 年、野菜用ハウス）

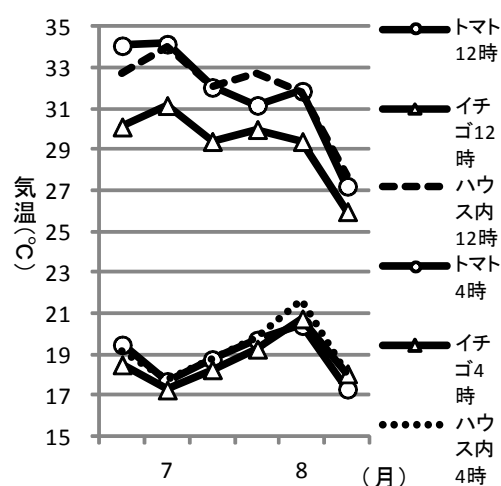


図 2. ハウス内温度とトマト、イチゴへの送風温度

表 1. 寒締めほうれんそうの収量と品質

播種期 (月. 日)	処理	収穫日** (月. 日)	収量 (kg/10a)	規格内収量 (kg/10a)	株重 (g)	糖度 (%)
9.15	地中熱 対照	11. 2	1,282	1,030	59.8	3.0
		11. 2	1,139	908	53.2	3.5
9.24	地中熱 対照	1. 5	1,390	1,154	64.9	7.7
		1. 5	1,445	1,165	67.4	6.0
10. 4	地中熱 対照	2. 4	1,039	539	48.5	7.2
		2. 4	634	105	29.6	9.4
10.15	地中熱 対照	3. 2	1,072	473	50.0	6.7
		3. 2	653	0	30.5	—
10.25	地中熱 対照	3. 4	649	20	30.3	6.9
		3. 4	224	0	10.5	—

*2010年度データ、規格内:葉長22cm以上、**地中熱区の適期に収穫した。

表 2. 地中熱交換システムを用いた各品目に対する局所冷暖房の評価

品目	処理	項目	評価	備考	有望な利用場面
いちご	夏期冷房	収量 一果重	× ○	芽数増加、株疲れのため 花房管理法の検討が必要	
	秋期暖房	収量	×	うどんこ病が多発	
ほうれんそう	播種後加温＋ 冬期暖房	収量 品質	○ ○	播種晩限を遅らせることが可能	札幌以北での寒締め 栽培
バラ	夏期冷房	収量 品質	○ ○	ハダニ類の発生が早いので注意 秋期の品質は向上する	冬期の局所暖房、定植 2年目以降の局所冷房
	冬期暖房	越冬性 燃料節減効果	○ ○	葉に凍害を受けることあり 燃料消費量15～20%削減	
デルフィニウム	夜冷育苗＋ 定植後冷房	収量 品質	□ □	収量、切花品質は冷房機利用 と同等	夜間冷房育苗
	夏期冷房	二番花収量 二番花品質	× △	ダクト吹出温度が高かったため 送風方法の改良が必要	

○:効果あり、□:同等、△:効果不明、×:逆効果

8. 成果の活用策

1) 成果の活用面と留意点

- (1) 施設園芸向け地中熱局所空調システム開発のための基礎資料となる。
- (2) リブ付きの塩ビ管を埋設すること、および塩ビ管に勾配を付け結露水を収集するシステムは、積水化学北海道（株）他の特許である（特許番号 4791895 号）。

2) 残された問題とその対応 作物に対応した送風方法の改良が必要

9. 研究成果の発表等

生方ら：地中熱システムを利用した夏秋どりイチゴのクラウン部冷却の効果（2010.9 日本生物環境工学会）
 生方ら：地中熱システムを利用したデルフィニウムの夜冷育苗、局所冷房の効果（2011.3 園芸学会）
 生方ら：地中熱交換システムを利用したバラの局所暖房・冷房の効果（2012.3 園芸学会）
 生方：北海道の施設園芸における空調機器の利用状況と研究動向（2012.9 日本冷凍空調学会）
 生方：北海道の施設園芸におけるヒートポンプの利用状況と研究動向（2012.9 農業農村工学会）