

## 地熱、地下水利用による省エネルギー技術の開発

小田原長治(大分県農業技術センター)

ODAWARA, C.: Development of Method Using Geothermy and Ground Water for Saving Petroleum Energy

## はじめに

第1次、2次の石油ショック以後施設園芸では、化石燃料の高騰と供給の不安が深刻な問題となっている。石油エネルギーにかわるものとしては、一般的には太陽熱などとともに地熱があげられているが、地熱、いわゆる温泉と地下水はその温度や質、量が多様で、利用できる地域は限られ、利用上の問題点も多いので有効利用事例が少ない現状にある。近年、地熱利用が見直され小規模ながら新規に利用が始まった。また、最近プラスチック製熱交換器が開発され、地熱や地下水の利用を含め、今後の実用化が期待されている。地熱利用の現状並びに特殊熱交換器利用による施設栽培の若干の試験結果について報告する。

## 1. 地熱水(温泉)の利用状況

我が国の温泉の状況は第1表のとおりである。源泉数による上位10県について示してあるが、大分県の源泉数は全国約22,000に対し約5,300で全国一となっており、

第1表 道県別温泉利用状況(上位10県)

区 分 県 名	市 町 村 数	源 泉 総 数	温泉別源泉数			ゆう 出 量 l/min	
			25℃	25℃	42℃	白 噴	動 力
			未満	42℃	以上		
大 分	26	5,291	43	345	3,049	45,332	104,442
静 岡	35	2,432	46	314	974	17,281	105,781
鹿 児 島	45	2,188	19	219	1,313	48,918	63,867
北 海 道	126	1,465	140	240	880	145,829	56,623
長 野	70	1,271	116	222	678	45,957	48,786
熊 本	39	815	17	252	383	16,123	46,095
神 奈 川	15	647	96	65	360	13,920	30,183
青 森	43	577	18	76	237	24,394	39,182
宮 城	16	562	22	72	252	11,612	9,705
福 島	56	544	79	105	228	16,404	31,443
全 国	1,423	21,959	2,273	3,437	10,264	688,448	838,146

(1978年3月環境庁)

静岡、鹿児島、北海道の順である。ゆう出量は全国で約1,500t/min、このうち北海道は13%に当たる200t、大分県は10%、約150tで2位となっている。温度は42℃以上の高熱泉が主体をなしている。

大分県における温泉の状況は第2表のとおりで、源泉数では別府市が全体の76%を占め、ついで湯布院町、九重町、天瀬町など久火沿線に多い。42℃以上の高熱泉が多く、さらに水蒸気、ガスを含む、いわゆる噴気のゆう出量も多いのが特徴である。

## 2. 地熱、地下水の施設園芸への利用と課題

国内における地熱水の施設園芸への利用状況は第3表のとおりである。利用施設面積の大きいのは鹿児島県、北海道であるが、栽培作物は花き、観賞植物のウエイトが高い。九州では古くから別府や指宿で野菜の栽培から利用が始まったが、その後花き類が主体となり、しかもその利用は伸び悩み状態で有効利用はまさにこれからである。

第2表 大分県の市町別温泉数 (1980年4月大分県)

市 町 名	源 泉 総 数	25℃	42℃	水 蒸 気 ・ ガ ス	ゆ う 出 量 l/min
		42℃	以 上		
別 府 市	4,041	226	2,180	360	89,531
湯 布 院 町	830	31	644	3	30,778
九 重 町	185	46	71	35	23,574
天 瀬 町	78	3	44	2	3,540
庄 内 町	33	4	28	—	4,741
直 入 町	31	11	12	—	2,424
杵 築 市	29	23	6	—	2,255
大 分 市	23	8	15	—	2,213
そ の 他	75	37	16	—	6,699
計	5,325	389	3,016	400	165,805

熊本、宮崎両県では、イチゴやトマト栽培に16~17℃の地下水をハウスの屋根にかけ流す方式がとられ、また宮崎県ではピーマンやキュウリ栽培で一層カーテンにかけ流しにより保温対策がなされている。しかし、現状は個人的な利用に過ぎず、屋根かけ流しでは冬季の季節風により散水むらが生じたり、水量不足で凍結の問題がある。特に集団栽培では水量や排水対策が問題で、地下水の循環方式による利用が必要である。いずれにしても現状では利用される地域が限られる。また、地下水温を温風にかえる特殊熱交換器の実用化試験は、九州では大分、福岡、佐賀、熊本で小規模で始まり今後の課題となっている。

本県は地熱資源に恵まれ施設園芸への利用も古く、1904年ごろ別府市でキュウリの栽培やナスの育苗に利用していた。また、1922年に地獄地帯でガラス室に利用され、このころ麻生農園ではキュウリ、シシトウ、ナス、メロン、インゲンなどの促成栽培に利用されてきた。戦時中はカンショの育苗に活用され、戦後は1947年ごろに復興し、1952年に温泉熱利用農業研究所が設立され、別府市や湯布院町へ利用が普及した。九重町では1973年と1977年に大岳、八丁原地熱発電所が稼動するに及び、こ

こからの給湯により標高 800m の高原地帯にドラム缶を利用した野菜、花きのハウス暖房栽培が行われている。長湯町では1980年からハウス内明渠に温泉を流す方式で暖房し、野菜の試作が始った。1981年、九重町野上では資源エネルギー庁委託による地熱水利用栽培実証が、野菜、花きを対象に開始された。

温泉は古くは自然湧出したが、近年はボーリングによることが多く、噴出する温泉には熱水や噴気及び熱水と噴気の混合したものがある。泉質には強酸性、強アルカリ性のものもある。一般に酸性では鉄管が腐蝕しやすく、アルカリではスケールが附着しやすいとされ、施設の維持管理上の大きな問題点になっている。熱水を直接利用する場合は放熱パイプ、またはコンクリート明渠でのかけ流し方式がとられているが、強酸性が強アルカリ性の熱水では、熱交換により真水を温めて利用する。噴気の直接利用は暖房効率がよく、自然圧があれば高低いずれにも誘導でき、スケールはつきにくい。しかし泉質により鉄管や施設の鉄骨が腐蝕する。熱交換は真水に噴気を直接吹き込んで暖める方法と、通水したパイプを噴気や熱水で暖める方法がある。また熱水、噴気の混合したものは一般に高温、高圧であるが、セパレータで気水分離して利用される。さらに噴気を利用して床土や本ばの土壤消毒も可能である。

しかし、地熱水の利用に当たっては問題も多い。すなわち温泉地帯は都市化が進み、農業生産への依存度が低くなっている。これまでは高熱水にとらわれ、低温水に対する関心が低かった。しかも源泉が個人所有のため掘削費はもとより維持費が高い。このためつぎのような対策が必要である。まず源泉は共同利用方法を取り、栽培作物により高熱水の反復利用を検討する。また、低温水の有効利用のための技術開発が必要である。

3. 地下水利用技術の実用化

最近、省エネルギー対策として特殊熱交換器が開発された。これはプラスチックチューブをスパイラル状にコイルパッケージしたものが本体で、これに温水や地下水を流し、ファンで送風して温風にかえる熱交換器 (空気

←→水) である。

K社の開発した A S - O 型の暖房能力についての試験結果は第 4 表のとおりである。この数値より水が空気にあたえた熱量を算出すると、12,690kcal/hr となる。最大暖房能力はパイプ中の流水量とファンの風量で定まるが、最大水量100 l / min のとき、水から受ける熱量は、21,380kcal/hr となる。したがって、同様のハウスを暖房する場合の最大加温面積は 257m<sup>2</sup>となる。ビニールハ

第 4 表 プラスチック熱交換器の暖房能力について

ハウス面積	153m <sup>2</sup>	[実験結果]	
表面積	275m <sup>2</sup>		
ビニール被覆	一重	1. 外気温	-6℃
作物	イチゴ	2. 地下水温	16~17℃
最低温度	5℃	3. 地下水量	47l/min
熱交換器	A S - O 型1台	4. ハウス内温度	5.5℃
最大水量	100l/min	5. 吹出口温度	12.5℃
最大風量	180m <sup>3</sup> /hr	6. 出口水温	11.5℃
		(放熱係数	4.01
		加温熱量	12,690kcal/H

(大分農技センター)

ウスの暖房面積は、ハウス内の空気が受けとる熱量と放熱量の割合から計算される。利用する地下水温度と暖房可能面積を試算すると第 5 表のとおりとなる。庄内町では、地熱水57~49℃を用い約 1,000m<sup>2</sup>一層カーテン付ハウスで実証した。ダクト吹出口温度は43~38℃であったが、1~2月ではハウス外→内気温は-2℃→12℃、-4.5℃→13℃、-4.6℃→10.7℃となり、白イボキュウリの栽培は概ね安定していた。

第 5 表 プラスチック製熱交換器による地下水温度と施設適用面積 (試算) (大分農技センター)

地下水温	ハウス設定温度	ハウス面積一重被覆	ハウス面積二重被覆	地下水出口温度	温風吹出温度	放熱量 kcal/hr
16℃	5℃	476m <sup>2</sup>	793m <sup>2</sup>	12.4℃	11.9℃	21,384
	11	98	164	14.4	14.1	9,720
	15	14	24	15.7	15.6	1,944
25	5	865	1,442	18.5	17.5	38,880
	11	275	459	20.5	19.8	27,216
	15	144	240	21.8	21.3	19,440
40	5	1,515	2,524	28.7	26.9	68,040
	11	570	951	30.6	29.1	56,376
	15	361	601	31.9	30.6	48,600

注) 外気温 0℃

第 3 表 地熱水の施設園芸への利用状況

(1981年3月後藤)

県名	場所	施設面積	熱水・噴気	対象作物
大分	別府市	21,288	噴気・熱水	キク, ユリ, シクラメン, キュウリ, シシトウ
	湯布院町	3,683	熱水	シクラメン, シヤコソボテン
	九重町	1,500	〃	キュウリ, トマト, ユリ, アマリリス
	真玉町	300	〃	スイカ育苗
	庄内町	2,000	〃	キュウリ, イチゴ
鹿児島	指宿市	165,300	熱水	観葉植物, ユリ, スイカ, ナス, トマト
	山川町	20,450	〃	〃
	吉松町	2,300	〃	〃
静岡	南伊豆町	30,000	噴気・熱水	メロン, キュウリ, フリージア, ユリ
秋田	菅蘆村	600	熱水	メロン
北海道	森町(釧路)	50,000	熱水	トマト, キュウリ

N社の R S E - 131 E G は、熱交換器 (空気←→水) と蓄熱タンク 2 基をユニットしたもので、山梨農試ではキュウリ、茨城園試ではイチゴ栽培での暖房効果を検討し、蓄熱効果や節油効果を認めている。

おわりに

地熱、地下水の施設野菜栽培への有効利用は今後の課題であるが、利用条件や利用上の問題点も明らかになってきた。本県の日南町では地熱水の有効利用を打ち出した資源総合整備型新農業構造改善事業も1982年度からスタートする。地熱の有効利用や地熱、地下水利用による特殊熱交換器実用化のための暖房と節油効果、並びに経済性などについての検討が必要である。