



농업분야에서 자연에너지의 이용

Utilization of Natural Energy in Agriculture

柳 基 松*
Rhu, Ki Song

1. 서 언

우루과이 라운드 타결과 함께 WTO체제 출범에 따라 우리 나라의 농업은 새로운 국제환경에 대처하지 않으면 안되게 되었다. 특히 농업생산조건이 불리한 중산간 지역 등에서는 이들 지역이 지닌 <표1>과 같은 특성을 살려 신규 농산물의 생산·가공부터 판매에 이르기까지 일관된 조직으로 고부가가치형, 고수익형 농업을 전개하여 다양한 취업·소득 기회의 창출과 농가의 소득을 향상시키고 이

들 지역을 활성화하는 것이 중요시 되고있다.

따라서 각 지역에 부존되어 있는 지역자원을 종합적으로 이용하는 지역활성화의 추진이 요구되고 있는데 여기서 지역자원은 농림지, 기상조건 등의 자연적 자원에서 농·산촌의 경관, 전통예술, 문화, 역사적 건축물 등의 문화·사회적 자원까지 매우 광범위하며, 농업생산에 직접 이용되는 지역자원은 <표2>와 같은 토지자원, 수자원, 에너지자원, 생물 자원이 있다.

<표 1> 중산간 지역의 농업입지특성과 그 이용

	특성의 종류	특성의 활용
자연적 특성	여름의 저온	저내서성 작물의 생육촉진, 착색촉진
	여름의 기온일교차가 크다	생육촉진, 착색촉진
	자외선이 강하다	착색촉진, 표고버섯 비타민D증가
	겨울의 저온, 저습도	얼린 두부, 한천(寒天), 얼린 떡제조, 채소의 당도증가
	적설량과 우량이 많다	실질저장, 설상운반, 빗물막이재배
	풍부한 설빙수, 맑은 물	음실관개, 호냉성작물·어류, 냉방
	일조부족	음성작물의 생육촉진과 품질향상
	표고차 크고 사면이 많다	농작업, 출하시기조정, 수력·중력이용
	폐광, 풍혈(風穴)의 존재	저온저장고, 야채차광재배
사회경제적 특성	많은 미 이용자원	토지, 산야초이용 축산, 산나물
	노동력 고령화, 여성화	과수, 채소, 화훼, 축산 등 노동집약적인 경(輕)작업
	전통적 농업, 기술의 축적	자연농법, 유기농법, 한우의 사육
	강한 연고지 의식	마을영농의 전개
	풍요로운 자연경관, 문화적 유산	관광농업, 농업체험학습, 리조트 산업도입

* 農漁業土木技術士, 農漁村振興公社 教育院 教授團長.

〈표 2〉 지역자원의 종류

구 분	자원의 종류
토지자원	지질, 지형, 경사, 방위, 표고, 토양, 식생 등
수자원	농업용수 등으로 이용 가능한 강우, 눈, 하천수, 호소수, 지표수, 지하수 등
에너지자원	전기, 열, 동력으로서 이용 가능한 자연에너지, 바이오매스 에너지, 폐기물에너지
생물자원	신규작물, 지역특산물의 개발 및 농업생산에 이용 가능한 동식물

농업은 원래 무진장으로 존재하는 태양에너지와 탄산가스 자원을 이용하여 인류 생존에 필요한 식량을 생산하는 것인데 현재 우리 나라에서는 농업 생산력을 유지하고 향상시키기 위하여 농약·화학비료의 사용, 트랙터·수확기 등에 의한 농업의 기계화, 비닐하우스·온실에 의한 시설화농업 등이 전개되고 있다.

이를 위하여 제한된 자원인 화석연료의 대량 소비에 따른 탄산가스의 대량 방출은 지구온난화의 원인이 되며, 자연환경을 파괴하고 있다. 이 때문에 에너지원의 대부분을 화석연료에 의존하고 있는 현실의 탈피가 긴급한 과제로 되고 있으며, 환경문제의 관점에서 지구에 부존하는 자연에너지의 최대한 활용이 요망되고 있다. 따라서 본고에서는 자연에너지의 부존특성, 이용형태 및 이용기술시스템 등에 대하여 간단히 소개하고자 한다.

2. 자연에너지의 이용

〈표 3〉 에너지자원의 종류

구 분	자원의 종류
자연에너지	태양, 지열, 수력, 풍력, 지하수 등
바이오매스 에너지	벼짚, 왕겨, 가축분뇨 등의 농산 및 축산 폐기물 등
폐기물에너지	축산 또는 생활활동에 의하여 발생하는 일반폐기물 등

나. 자연에너지의 부존 특성

태양, 지열, 수력, 풍력 및 지하수 에너지 등의 자연에너지는 각각 전혀 다른 요소로 성립되며, 〈표4〉와 같이 그 부존특성도 전혀 다르다. 즉, 지역에 널리 분포되어있고 종류에 따라서는 지역에 편

가. 그린에너지로서의 자연에너지

지역의 부존자원 중 에너지로 이용할 수 있는 것은 〈표3〉과 같은 자연에너지, 바이오매스 에너지, 폐기물 에너지가 있는데 이들 에너지는 지역에 널리 부존 되어 있어 지역에너지라고도 한다. 이들 에너지자원을 농업생산에 이용할 경우는 에너지 자급률 향상과 동시에 저렴한 에너지이용에 따른 경비절감이 중요하므로 “① 양적으로 풍부하고, ② 이용하기 쉽고, ③ 무공해 또는 공해대책 확립으로 안전하며, ④ 저렴하다”라는 4개 조건이 만족되어야 한다.

이중 바이오매스 에너지 및 폐기물 에너지는 직접 연소시키거나 메탄발효 및 열분해로 발생하는 가스를 열원으로 이용하는 것이 대부분이므로 연기, 악취, 폐액 등에 의한 공해대책이 중요한 과제이나 자연에너지는 ①에서 ④까지 모든 조건이 가능한 에너지자원이라 할 수 있다.

재되어있으며, 강한 계절성과 저장에 관한 특성을 가지고 있다.

원래 농업은 광대한 토지가 필요하며, 이 토지에서 에너지를 취득할 수 있으므로 이러한 부존 특성을 가진 자연에너지를 효율적으로 이용하는 것이 바람직하다고 볼 수 있다. 그러나 이들을 이용할 경

우는 부존 특성에 따른 에너지의 부존량과 밀도의 불안정성, 변동성이라는 문제점을 해결하는 것이 중요하다.

또한 농업분야에서 에너지의 필요 시기와 에너지를 이용할 수 있는 시기가 반드시 일치하지 않으므

로 일시적인 에너지 저장이 필요하기 때문에 현재 이들 자연에너지를 안전하고 또한 효율적으로 취득하거나 변환·저장하는 이용기술개발에 관한 연구가 진행되고 있다.

〈표 4〉 자연에너지의 부존특성

구 분	부 존 특 성
태양에너지	· 지역적으로는 보편적으로 존재하며, 겨울에는 지역차가 크다. · 계절적·시간적 변동이 크고 공급이 불안정하다.
지열에너지	지역적으로 극히 편재, 시간적 변동이 적고 연속적·안정적이다.
풍력에너지	지역적으로는 보편적으로 존재하고, 부존량은 지형 등에 영향을 받기 쉽고, 국소적인 차가 현저하며, 일반적으로 해안부, 섬에 부존량이 많다. 계절, 날씨 변화에 의한 변동이 심하고 간헐적이므로 공급이 불안정하다.
수력에너지	강우량이 많고 하천구배가 큰 지역에 많다. 수요 장소에서 약간 떨어져 있는 경우가 많다. 부존량은 하천유량에 좌우되며, 년변동, 계절변동이 크고 갈수년, 갈수기는 에너지량이 저하한다.
지하수에너지	지역적으로 편재하며, 시간적 변동이 적고, 연속적·안정적이다

다. 자연에너지의 이용형태

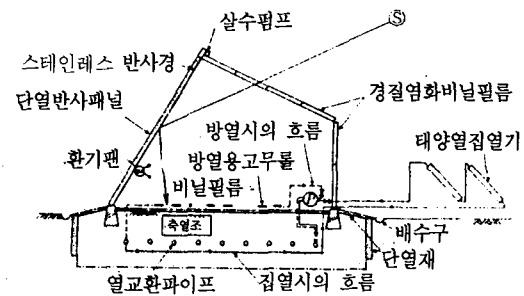
1) 지하수에너지

농업분야에서 현재 가장 많이 이용되고 있는 자연에너지는 지하수에너지로서 온실 등 시설의 난방용이 많으며, 지하수를 이용한 난방은 ① 워터커팅 방식, ② 물공기 열교환방식, ③ 히트펌프방식이 있다. 이중 히트펌프방식은 난방만이 아니고 냉방에도 이용되므로 장래 광범위하게 이용될 가능성이 있다. 단, 과도한 지하수 양수에 따른 환경악화를 일으키지 않도록 지하에 환원을 하는 등의 배려가 필요하다.

2) 태양에너지

태양에너지 이용방법은 〈그림1〉과 같은 온실 등 시설의 난방 및 곡류·목초 등의 건조가 있다.

태양에너지는 절대량이 많고, 에너지 밀도가 적으므로 에너지 채취율이 가장 중요한 문제이며, 앞으로 이를 높이기 위한 기술개발이 요망되고있다.



〈그림 1〉 태양열교환에 의한 가온온실 시스템

3) 지열에너지

지열에너지는 현재 온실 등 시설의 난방에 이용되고 있는데 앞으로 이용의 확대를 기대할 수 있는 에너지로서 이것은 에너지가 편재되어 있고 또한 에너지 부존 장소와 수요장소가 반드시 일치하지 않은 것이 문제이지만 지열에너지가 부존하는 지역에는 대부분 그 부존량이 많으므로 대규모 시설원

예단지 및 농산가공시설 등의 개발에 의한 지역활성화의 가능성이 있다. 그러나 과도한 온천수 양수는 온천이 고갈되거나 지반이 침하되는 등의 우려가 있다.

4) 수력에너지

대부분의 수력에너지는 발전에 이용되고 있으며, 현재 농업분야에 대한 이용은 많지 않으므로 앞으로 그 이용의 가능성은 클 것으로 기대된다.

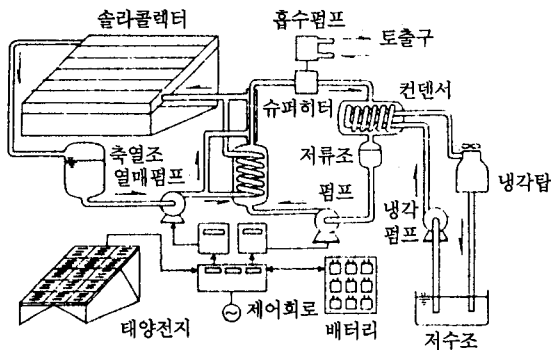
5) 풍력에너지

풍력에너지는 계절적·시간적인 변동이 극심하므로 그 이용이 매우 곤란하지만 외국에서는 전기, 열 이용을 위한 기술개발이 진행되고 있는데 풍력에너지이용에 적합한 지역은 주로 해안과 섬에 제한되어 있으며, 전력소비량이 큰 낙농이 번성한 지역에서는 풍력발전이 보급될 가능성이 있다.

라. 자연에너지의 이용기술

1) 태양열펌프 시스템

이 시스템은 <그림2>와 같이 비교적 효율이 높은 동력변환방식을 이용하여 태양열로부터 동력을 얻는 시스템으로서 이 동력에 의하여 스프링클러 및 지하파이프라인 등의 작물관개장치를 구동시킨다.



<그림 2> 태양열펌프 시스템

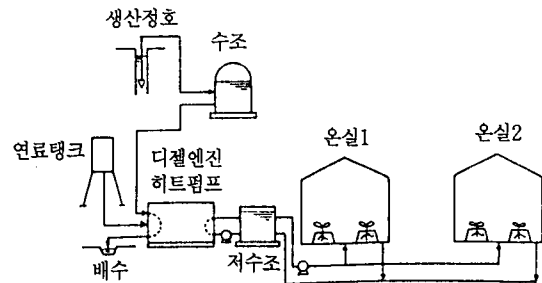
2) 솔라폰드에 의한 열추출 시스템

이 시스템은 물의 열전도율은 낮으나 열용량이

큰 것을 이용하여 태양에너지를 집열·축열하는 시스템으로서 염류에 의하여 농도구배를 만든 수조 및 솔라폰드에서는 열대류가 억제되므로 수집한 열을 수중에 저장할 수 있다. 실험에 의하면 축열층에서 평균 45℃의 온도가 얻어지므로 난방용 열원으로 기대할 수 있다.

3) 히트펌프에 의한 시설원에 가온시스템

이 시스템은 <그림3>과 같이 그대로는 이용할 수 없는 지하수 등이 지닌 저온도의 열에너지를 채열하여 고온도로 이용하기 위한 시스템으로서 에너지 절약효과가 매우 높고 보일러의 반정도 연료로 가온시킬 수 있다는 보고도 있다. 지하수 및 온천탕 배출수 등 지금까지 이용되지 않은 저온수를 에너지로서 효과적으로 활용할 수 있으므로 연료 절감이 가능하며, 한냉지 등에 적합한 가온시스템이다.



<그림 3> 히트펌프에 의한 시설가온 시스템

4) 산간지의 소수력을 이용한 하우스재배기술

이 기술은 산간지 계곡천의 소수력 에너지를 이용한 냉난방에 의한 채소의 하우스재배기술로서 발전장치에 의하여 얻어진 전력을 하우스내의 펌프 및 커튼 개폐의 동력원으로 하고 증발장치에서 생산되는 여름철의 냉수, 겨울철의 온수를 수경액의 온도제어, 하우스냉방에 이용하는 기술인데 하우스재배를 위한 에너지를 소수력으로 모두 공급하는 것도 가능하다.

5) 소축열 보온기술에 의한 하우스재배기술

이 기술은 하우스재배의 경우 겨울철 야간에는

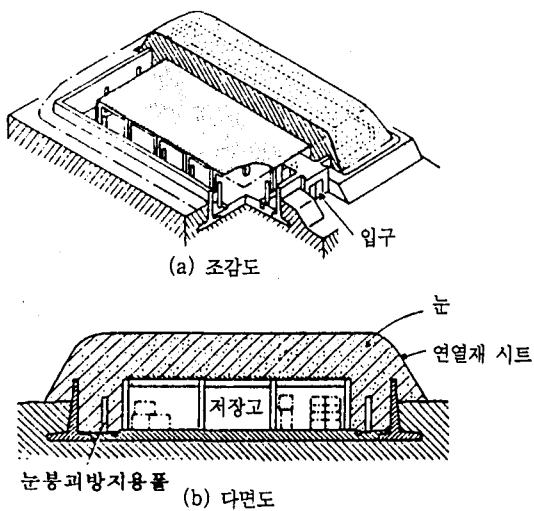
저온 한계온도로 유지될 해야 하므로 축열원으로서 물을 밀봉한 폴리에틸렌 튜브를 받고랑 사이에 설치하고 태양에너지를 축열하여 보온을 하는 기술을 말한다.

6) 눈을 냉열원으로 이용하는 여름철 냉방재배기술

이 기술은 냉열폰드에 눈을 여름철까지 저장하고 그 용설수를 파이프를 하우스 안에 송수하여 냉방을 하거나 냉상으로 지온을 저하시켜 여름철 고온에 약한 꽃 등의 작물을 재배하는 기술을 말한다.

7) 설빙실에 의한 농산물저장기술

이 방법에 의한 농산물저장기술은 <그림4>와 같이 적설기에 눈으로 설빙실(雪氷室)을 만들고 그 안에 저장고를 설치하여 채소 등의 농산물을 저장하는 것으로서 저장고 안의 온도는 거의 0℃, 습도는 100%에 가까워 채소 등의 저장에 적합한 환경이 된다.



<그림 4> 설중 저장시설

8) 아이스폰드 시스템에 의한 농산물저장기술

이 시스템에 의한 농산물저장기술은 겨울철에 대량의 자연빙을 아이스폰드에 저장하여 비축한 냉열에너지로 봄에서 여름까지 저장고를 냉방으로 하는

시스템으로서 저온·고습도의 환경이 얻어지므로 채소 등의 예냉·저장에 적합하다.

9) 풍차에 의한 유압동력변환·열변환 이용기술

이 기술은 풍력에 의한 프로펠러의 회전력으로 유압펌프를 작동하여 열을 발생시키고 열교환으로 온수를 만들어 열을 저장해서 하우스, 축사, 용설, 냉해대책 등에 이용하는 기술을 말한다.

3. 결 언

자연에너지의 이용은 석유문명을 탈피하기 위한 하나의 방법이나 이 에너지는 어디서, 어느 때나 이용할 수 없고 또한 효율성에도 문제가 있다. 그러나 현재 식량문제, 자원·에너지문제, 환경문제가 인류·지구 전체의 문제로서 취급되고 있으므로 자연에너지의 이용을 효율성과 채산성의 관점으로만 평가하지 말고 그 가능성을 적극적으로 추구해야만 한다.

이를 위해서는 앞으로 지역에너지의 이용상황과 자연에너지 부존상황을 파악하는 동시에 자연에너지 이용에 대한 기술개발을 적극적으로 추진할 필요가 있으며, 또한 지역 특성을 살린 자연에너지 이용방법을 개발하는 것은 지역활성화를 위한 하나의 접근방식으로서도 중요하다고 생각된다.

●참고문헌

1. 内澤 啓(1996): "農業における自然エネルギーの利用", 農業土木學會誌, 64-3, pp. 213~218.
2. 小綿壽志(1995): "自然冷熱利用技術の開発研究-パレイシヨ長期貯蔵向けアイスpondシステム-", 農業技術, 50-3, pp. 119~123.
3. 足立 克巳(1996): "帯水層を熱エネルギー貯槽に利用する地下構造物", 基礎工, 24-2, pp. 83~87.
4. 後藤眞宏, 片山秀策(1996): "小水力エネルギー利用の現象と展望", 農業土木學會誌, 64-3, pp. 219~224.
5. 石川將之, 大槻恭一, 神近牧南(1996): "太陽熱および地氣溫差を利用した蒸溜システム", 農業土木 學會誌, 64-3, pp. 225~230.