

■ 展 望 ■

西ヨーロッパにおける太陽エネルギー
利用の現状と将来Recent Developments and Future Possibilities in Utilisation
Techniques of Solar Energy in Western Europe

著 者 C. W. J. van Koppen*

訳 者 鈴 木 健 二 郎**

Kenjiro Suzuki



1 緒 言

ひとくちにヨーロッパと呼称してはいるものの、そこには多様な地域差が内在しているのが実情であり、太陽エネルギーについて見ても、このことは例外ではない。ギリシャのエーゲ海諸島からノルウェー北部に及ぶ地域は、緯度にして北緯35度から70度にまたがっている（日本の主要四島は北緯30度～45度に位置している）ので、太陽エネルギー利用見込みについての考え方には各国間で大きな開きがある。また、エネルギー自給率、人口密度、国民一人当りのGNP等の差異（表1参照）に基づいて、各国の間でエネルギー政策にもかなりの相違がある。ヨーロッパ共同体機構(the Commission of the European Communities 以下略してCEC)によって、上記の差異を克服する努力が積重ねられているが、エネルギーに関する政策、基本方針等において、いまだ共通のものを得ていないのが現状である。

第二次世界大戦以降、いわゆる“鉄のカーテン”によって、ヨーロッパは自由市場経済圏である西ヨーロッパと、モスクワの動向に依存する中央統制的な共産主義経済下の東ヨーロッパとの、二つの経済圏に明確に二分された状態にある。東欧圏からは、包括的な情報の入手はできないので、本稿は表1記載の西欧諸国のみを対象とする記事である。

CECの研究、開発プログラムは、西欧各国における諸活動を十分にかつ広範囲にわたって勘案して作成されているので、本稿でもその活動に注意を払った記述を行うことにする。この関係で、テーマのとりあげ方も、CECのプログラムとして通常引用される順序（第3節参照）に従うことにした。ただし、必要と考えら

れる箇所では、EC外のスウェーデン、スペイン等の現状についても触れる予定でいる。

大抵の国でそうであったように、ヨーロッパにおいても、太陽エネルギーの利用技術は、家庭用給湯を含む屋内利用の面で、最も先行的に発展して来た経過がある。この関係上、この方面の応用技術に関しては、他の事項に比して、より詳しい展望を行うことが可能である。第4節の記述が、他の節に比して、より詳細となっているのはこのためである。第5節以下の記述が短いことでもって、そこで取扱われる利用技術が、将来的にも有望視できないと示唆している訳ではないことを、予めお断わりして置きたい。

2 利用可能な太陽エネルギー量

表1に示すように、年間平均水平面到達日射強度は、北緯50度以北の地域における 100 W/m^2 から北緯40度以南の南欧における 200 W/m^2 まで分布がある。この差異は、第一に欧州北部の冬期の日射量が低いことによる。その主たる原因は曇天率の高いことにある。北緯50度以北の国々における12月の平均晴天割合は、たかだか20%以下である。通常この日照は、長期間連続する曇天の日々の合間に、一日あるいは数日の晴天日がある、と言った形式で実現される。太陽エネルギーを利用する空間暖房の形態に、この種の天候がどのように影響を与えているかについては、後に触れることにする。

水平面到達日射強度が低い第二の原因は、冬期の太陽高度が低い点にある。この点に関しては、コレクターを南に傾ける通常の方式によって、かなりの程度まで是正可能である。緯度と使用コレクターの特性にもよるが、欧州北部の各国では、コレクター単位面積あたりの有効到達エネルギー量は、この方式により2倍あるいはそれ以上に増大する。

欧州北部における日射のもう一つの特徴は、散乱成

* アイントホーフェン工科大学機械工学教室教授
Den Dolech 2, Postbus 513, 5600 MB Eindhoven,
The Netherlands.

** 京大工学部機械工学教室助教授

表1 Some data relevant to the prospects of solar energy utilisation in the principal european countries with a free market economy (listed from north to south). Area refers to land surface only; radiation data are given for the capital. Energy use density=commercial energy flow (1979) per unit of land area. Energy dependence = net imports/total consumption. After | 1, 17, 18, 19 | (in sequence of preference).

COUNTRY	CAPITAL	AREA	POPULATION(1979)		GLOBAL RADIATION			ENERGY USE DENSITY	ENERGY DEPENDENCE	GROSS NATIONAL INCOME
			TOTAL	DENSITY	JUNE	DEC	ANNUAL			
Norway	Oslo	323,880	3.9	12.0	220	8	104	0.06	55.0	8,770
Sweden	Stockholm	449,790	8.1	18.0	250	10	124	0.09	96.9	10,620
Denmark	Copenhagen	43,080	5.1	118	250	14	117	0.60	97.9	12,940
Ireland	Dublin	70,280	3.4	48	238	22	115	0.15	83.6	4,390
Un. Kingdom	London	244,100	55.9	229	210	21	104	1.09	12.4	7,170
Netherlands	Amsterdam	36,950	14.0	379	210	23	115	2.22	4.8	10,640
Belgium	Brussels	30,520	9.8	321	210	23	108	1.91	88.0	11,000
F.R. Germany	Bonn	248,630	61.4	247	229	23	115	1.38	57.3	12,460
France	Paris	549,090	53.5	97	230	28	129	0.42	81.4	10,690
Switzerland	Bern	41,290	6.4	155	250	35	150	0.48	94.3	13,440
Austria	Vienna	83,850	7.5	89	250	40	150	0.33	74.1	6,840
Portugal	Lisbon	88,940	9.9	111	350	75	213	0.14	91.0	1,960
Spain	Madrid	504,740	37.1	74	350	75	213	0.09	76.3	5,310
Italy	Rome	301,260	56.9	189	312	67	188	0.57	86.3	5,690
Greece	Athens	131,990	9.4	71	330	75	208	0.38	82.5	4,070
U.S.A.	Washington	9,363,450	221.0	23.6	275	80	165	0.05	27.3	10,660
Japan	Tokyo	372,340	115.9	311	150	85	130	0.41	88.7	8,730
		km ²	10 ⁶	km ⁻²	Wm ⁻² (horizontal, average)				% (1979)	US\$/head

分の割合が高いことである。北緯45度以北では、夏期でさえ晴天日数の割合が50%を超える地域は少く、さらにしばしば75%以上にもなる湿度と関連して、かなりの大気中散乱が生じる。これらの結果、年間を通じての散乱成分率は0.50ないしはそれ以上にもなる。このため、集光方式コレクターの利用は、その有効性が非常に限られることになる。

より南部の地域、とりわけ40度以南の地域では、晴天率は夏期に80%、年間平均にして60%にも及ぶ。一般的に言って、内陸に比較すると海岸、島等では、日射量は大きくなっている。

恐らく言うまでもないこととは思うが、日射量は地理条件によって随分と左右されるから、ある特定の地域の日射条件が上述の一般的傾向とかなり異なる場合があるのはもちろんである。このことは山岳地帯で特に著しく、そこでは風、傾斜面の角度と向き、高度等の相違のために、僅か数kmの距離の間に、著しい気象条件の変化が認められることも希ではない。

なお、西欧および南欧の日射条件のより詳細に関しては、最近刊行されたCECによるAtlas of Solar Radiation in Europe [1]に収録されているので参照

され度い。

3 CECの“The Solar R, D, & D”プログラム

ヨーロッパ共同体評議会は、1975年に全加盟国に共通の太陽エネルギー R, D, & D プログラムをスタートさせることを決定し、その最初の4年間に、直接的活動に対して1450万 ECU*)を、また間接的な活動に対して1750万 ECUを研究奨励金として投入した。前者は、イタリアのイスプラにある共同研究センター(JRC)における研究に対するものであり、後者は共同体加盟国内の企業および研究機関における研究に対するもので、研究の奨励と活動の強化の目的で、研究費総額の最大50%までの補助がなされた。

このプログラムは、下記の8項目の研究を包括している。

1. 住居における太陽エネルギー利用
2. 各種太陽熱発電プラント、とくに1MWe集光方式熱発電プラント
3. 光起電力発電
4. 光化学変換、光化学電池、生物学的変換

*) 1 ECUは、約2.50オランダギルダー、1 USドルあるいは約250日本円に相当する。

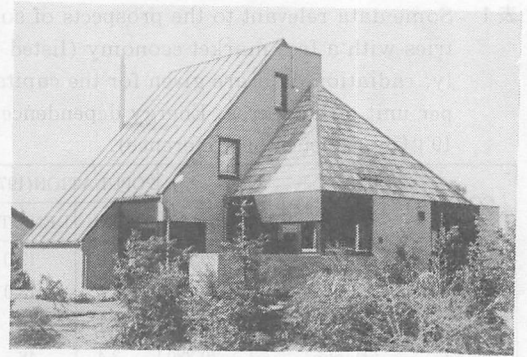
5. バイオマスエネルギー
6. 太陽日射データ
7. 風力エネルギー
8. 農業と工業における太陽エネルギー利用

CECのプログラムがこのような広い範囲にわたっているのは、第一に代替エネルギー源を開発してオイル依存度を低減することの要求が各国とも強いこと、第二に西欧地域で考えられる代替エネルギー源が国によってかなり相違していること、等を反映したものであるが、一方上記の全ての分野にわたって同等の成果が得られるとは認識されていないのも事実であり、また一部には地域性が濃厚なプロジェクトとして受けとめられているものもある。以下では、現状における展望を各項目ごとに少し詳しく述べる。

4 住居における太陽エネルギー利用

一般大衆にとって概念的に最も把握し易い太陽エネルギー利用法が、居住空間暖房への直接利用であると言う事実は、何ら驚くにはあたらない。何故ならば、その目的が個人生活の快適さを得ることにあるうえ、必要な技術が簡明であって、素人目にも理解し易いものだからである。かゝる状況は、太陽エネルギー利用の研究に馳せ参じたヨーロッパ内の科学者をも同様に刺激した訳であるが、今日この方面の応用に対する期待感には、5～10年前に比較すると明らかに熱狂的なものではなくなっている。この変化は、CECの援助と調整〔2〕の下で行なわれた欧州内30ヶ所の太陽暖房家屋での実測結果、によってもたらされた。と言うのは、この結果によれば、平板型コレクターを用いた暖房システムでは、家屋設置場所の緯度や気象条件にほぼかゝりなく、コレクター単位面積あたりに得られるエネルギー量は、年間175 kWhを超えることはなく、多くの場合それよりずっと低い値にとどまったからである。平板型コレクターがこのような低性能を示した原因は、低緯度地域では暖房期間が短いこと、高緯度地域では冬期の日射量が小さいことと関連している。したがって、山岳地帯等における特殊ケースを除けば、この種の単一住居に対する空間暖房システムが、近い将来においてコスト的に見合うものとなることはまず有り得ないと考えられる。この問題を解決するには、安価でしかも高性能なコレクターを開発することが、明らかに必要である。

以上の経過から、ヨーロッパの太陽エネルギー研究者の関心は、概念的にはすでに以前から存在していた



ヨーロッパにおけるソーラハウスの一例
(アイントホーフェン工科大学におけるソーラハウス)

2種類の技術、すなわち季節間蓄熱とパッシブ太陽エネルギー技術、に移行したと言える。1980年に、CECはパッシブソーラハウスの競合出品会を催したが、これはかなりの成功を修めた〔3〕。数多く見られた素晴らしいデザインはさておいても、良質な集熱方式、不可避的な通風を低減するための気密設計、南面するよう工夫された窓、適切な大きさや配置に設計された蓄熱物体、等々の組み合わせによって、住居用空間暖房の50～70%がまかなえることが明らかになった。この有望な結果から見て、建築技術者あるいは暖房に携わる技術者が必要とする、パッシブソーラ設計指針の展開に、多くの努力が傾注されつつあるのは当然のことと言えよう。フランスでは、1985年以降毎年度3万戸のパッシブソーラハウスの建設が目標値として掲げられている。

パッシブソーラ建築物の導入は、住宅用熱需要の量に影響するのはもちろんであるが、その性質にも影響が派生すると考えられる。すなわち、日射の不良な時期にますますその需要が集中することになろう。したがって、言うまでもなく蓄熱の役割が増大する。おそらく、緯度40度以北の地域では、太陽熱空間暖房システムの成否の決定因子が、季節間蓄熱が成功するか否かにかゝっているときえ言えるであろう。このため、ヨーロッパ内では蓄熱技術の開発が現在精力的に行われており、フランスにおける帯水層蓄熱〔5〕、オランダ〔6〕およびイスラエルのJRCにおける土中蓄熱、ならびにスウェーデン〔7〕における自然湖あるいは半人造湖蓄熱等が顕著な活動として挙げられる。特定の地域で、どの方法が選択されるべきか、はその地域の地質条件に依存しており、良好な条件を有する地域ではいずれの方法もコスト的に見合う場合が有り得よう。

いずれの蓄熱法に対しても言えることは、大規模蓄

熱を行う場合にのみ有効性があることであって、例えば熱損失を25%以下に抑えるためには、土中の長期蓄熱の場合であれば、少くとも100戸以上を単位とする必要がある〔6〕。同様の理由によって、スウェーデンで実施されている最大プロジェクトの場合の蓄熱湖の容積は最低1万 m^3 であり〔7〕、またパリ近郊のオルネイスブワ (Aulnay-sous-Bois) において稼働中の帯水層蓄熱は220戸用となっている。ここで注意を払って置かなければならない点は、大型の長期蓄熱を導入するプロジェクトは、都市計画の一環として組み入れることが必要不可欠なことである。もっとも、このことは家屋を南面させることが必要なパッシブソーラ計画自体についても言えることである。

住居用太陽熱利用の設備機器の開発と製造は、ヨーロッパことに南欧で着実に進展しつつある。例えば、家庭用給湯を主目的とする平板型コレクターのギリシャにおける1981年度内の生産量は約12万 m^2 と見込まれており〔12〕、より広大で経済的余裕のあるイタリアとフランスでは、これをはるかに上回る生産がなされるはずである。より高緯度地域においても、家庭用給湯設備に関しては、次第に利用率が増大するものと期待されている。温水の需要は年間を通じてあるので、この地域においても家庭用給湯設備の太陽熱回収規模は、年間400 kWh/m^2 程度に近いものが可能と考えられ、今後ともエネルギー価格の上昇があることを考え併せると、もう少しの技術的開発とコストの低減があれば、コスト的に見合うようになるものと見込まれるからである。

上記の技術開発に密接に関連する事項として、コレクターの試験法と性能評価法に統一基準を設けるために行われた、CECとイスラ JRCの研究活動が挙げられる。この活動を通じて開発された手法は、最終的にヨーロッパ内の20以上の研究機関で再検査された。製造業者と使用者側の双方にとって、この種の統一的な品質管理を目指す試みの利益は、はかり知れないものがある。

この基準の統一化に至る過程で、8ヶ所にあるソーラテスト施設での測定が重要な貢献を果たして来た。異なる気象条件下の8ヶ国の施設で同一のテスト設備と同一の実験プログラムを用いた測定が行われ、その過程で各参加者が使用した測定法とシミュレーション法の差異が明らかにされた訳である。

昼夜間蓄熱の問題に目を転じると、相変化を利用する蓄熱材料の研究からは、いまのところコスト的観点

から有望視されるものは見出されていない〔8〕。しかしながら、従来使用されている水は容積的に嵩張るので、より小容量で済む蓄熱材料の研究が続けられており、また一方では水中蓄熱技術の改良についても、研究が続行されている。コレクターを現行方式に比して分散型にし、かつ各コレクターへの供給流量を小さく抑える方法と、熱成層蓄熱法とを併用することによって、多くの場合、設備コストの増大を招くことなく、抽出可能熱量を10~30%増加させ得ることが、システム工学的な基礎研究で示されており〔9〕、またこの形式の蓄熱設備の巧妙な制御方式も検討されている〔10〕。もう一つの最近の進展として、蓄熱槽、付帯ヒータおよび制御機器を工場サイドで単一ユニットに組み上げる方式が挙げられる〔13〕。このパッケージユニットを用いることによって、使用場所での労賃の低減が可能となっている。

ヨーロッパでは、いままでのところ太陽熱を利用する冷房については、あまり注意が払われていない。この原因としては、ヨーロッパ各国では冷房需要に限りがあること、太陽熱を利用する吸収冷凍ユニットのコストが高いこと、ならびに高性能かつ廉価なコレクターがないこと、等が挙げられる。最近生産が開始された真空管型コレクターによって、この状況にも変化が現われることが予想されるが、経済的な面から見て、当面はむしろ冬期に暖房、夏期に冷房を行う二重目的のヒートポンプが、この方面での主流を占めるものと考えられる。暖房が支配的な重要性を有する欧州北部の各国では、排熱利用を併用したトータルエネルギーユニットとして作動するガスエンジンあるいはオイルエンジン駆動のヒートポンプが、省エネルギーの観点から応用範囲を拡大することも考えられる。

この節を終るにあたって、給湯と空間暖房の双方の分野で、真空管型コレクターがより多く使用されるに至ろうとの認識が高まりつつあることを述べて置きたい。単位面積あたりの重量が小さい特性からして、ひとたび多量生産されるようになれば、このコレクターの生産価格はかなり低下すると予想される。そのうえ、コレクター熱損失が小さいので、システム設計を単純化ならしめ、また低日射レベル太陽エネルギーの利用にもより大きな可能性をひらくと期待される。と言うのは、単純化されたシステムを用いれば、吸収面温度を高くしても、全体の熱効率の低下を僅少にとどめ得るからである。真空管型コレクターの新しい応用として興味深いものは、スウェーデンにおいて試みられて

いる地域暖房への利用である。この試みでは、戻り管あるいは送り管と戻り管の中間にバイパスを設け、その部分でこのコレクターを利用して再熱を行うことにより、プラントの負荷を低減している。ヨーロッパでは、地域暖房が急速に広まりつつあるので、この試みの結果は大変重要である。

5 太陽熱発電プラント

こゝ数年間の南欧における太陽熱発電プラントの建設は地じり的な様相を示した。1981年には、四つの集中型プラントが全面稼動あるいは部分的な稼動を開始した。それらは、IEAの0.5MWeプラント、スペイン・アルメニア地方の1MWe、CESAプラント、フランス・タルガソンの2MWe THEMISプラント、イタリア・シンリー島カタニア近辺の1MWe CECプラント、である。また、フランスのコルシカ島では、分散型の0.1MWe太陽熱発電プラントが完成している。これらのプラントは、全て送電網に結合されて一般用に電力を供給しているものの、いまだ技術上の問題点や経済性について検討する必要があるため、本来実験的性格を持っているものである。経済性に関しては、今後の改善を見込んで1KWeあたり4000USドル程度の高額投資が必要であることから、むしろ疑問視される状態にある。このため、実用化の動きが始めるとしても、それが顕著になるのは1990年代後半以降と見込まれる。解決しなければならぬ主要な技術上の問題点は、正確、長寿命かつ廉価な集光鏡の開発、最良の熱媒体の選択（この点に関連する事項として、しばしば閉ループ・ガスタービンサイクルの使用が考えられている）、集熱器の設計改良、太陽熱発電プラントを送電網に組込む際の問題点、集熱エネルギーの貯蔵法、等である。

光起電力発電に対比するときの熱発電プラントの利点は、現状では効率が高い点である。今日の光起電力太陽電池は、その実用時の効率が10%を超えることが難しいのに対し、熱発電プラント全体の効率は約30%あるいはそれ以上に及ぶのではないかと予想されるからである。しかし、他方では光起電力発電方式は、運動機構を有さないため、事故時以外に保守を必要としないうえ、直達日射以外に散乱日射をも利用できる利点があることを忘れてはならない。

6 光起電力発電

光起電力太陽電池の将来性は、その製造技術の改良とそれに伴う生産コストの低減に主として依存してい

ることは周知の事実である。ヨーロッパのみならず全世界的に見て、1985年にはシリコン電池の価格は1ピークワット発電量あたり1USドルを割るものと予想されている。このため、1985年以降には、光起電力電池の応用範囲は拡大するものと予想されるが、特に遠隔地あるいは過疎地における発電源としての応用が期待される。CECは、この事態に備える意味で、これまで基礎的な研究と開発の奨励を行って来たが、最近主として欧州北部地域の加盟国内に、19ヶ所にのぼる30~300KWe規模のパイロットプラントを建設する契約を交わした〔16〕。このプラントの主目的は、実際条件下でのシステムの性能についてデータを得る点にあり、数多くの企業がこのプロジェクトに参加して活動を開始している。

電力貯蔵についてはまだ解決にはほど遠いし、また光起電力発電の効率も低いので、この発電方式の大規模プラントすなわち数MWe級プラント、は今世紀中あるいは21世紀初頭まで出現しないものと見込まれる。とくに、欧州全域のほとんどの地域で通常方式発電が高水準で利用できている事実が、その進展を遅滞させるであろう。この発電方式の特性からして、今後小規模発電プラントが次第に数を増す形で、なだらかな進展が生じるものと考えられる。この分野で起りつつある基礎研究・技術開発の進展は急激で、その将来像の見極めがつけ難い点と、電池の生産コストの低減のためには多額の投資が必要である点とを考えあわせれば、このなだらかな応用分野での進捗は、企業サイドからはむしろ歓迎すべき状態と言えるかも知れない。

7 光化学変換、光化学電池および生物学的光合成（バイオマス）

この節の題目は、太陽エネルギー利用の最新の分野を意味すると同時に最古のものをも指している。それは、光化学電池が発電の一方式としても利用できる訳であるが、そのことをさて置けば、題目中のいずれかの方法によって各エネルギー保有物質が形成されて来た訳であり、また原理的にはそれらを作り得るからである。したがって、この分野での開発が成功すれば、それがいかなるものであれ、太陽エネルギー利用技術の最大の難問、すなわちエネルギーの長期貯蔵、の解決に著しく貢献することになる。

光化学変換と光化学電池に関しては、いまもって実験室内での研究段階にある。実際、10年程度以前には、これらの問題がエネルギー源として注目を浴びること

はなかった。理論的には、これらの手法の変換効率 η は40%にも達する〔14, p 298〕とされているが、これまでのところ達成された値は僅か数%程度に過ぎない。かゝる手法が実用上の可能性を有するか否かを判断するには、明らかにまだまだ多大の基礎研究が必要である。

廃棄物あるいは残渣物バイオマスを利用してエネルギーを取出す方法、とくにそれらを液状あるいはガス燃料に変換する方法、に関しては、ヨーロッパでは今後10年間に著しい進展があるものと予想されている。CECの調査〔16〕によれば、欧州共同体内でエネルギー源として利用できる廃棄物・残渣物バイオマス量は、石油2億t相当とされており、この量は共同体内での総エネルギー消費量〔11〕の約20%に相当している。

太陽エネルギー自体がそうであるように、バイオマスは広大な地域に分散して存在するエネルギー源であって、例えばヨーロッパ内の豊饒地での収穫量に相当する1ヘクタールあたり20tのバイオマス量も、エネルギー束に換算すれば僅か $1.5W/m^2$ に過ぎない。したがって、有効な収穫法ならびに収穫装置の開発が大量のバイオマスを利用するうえで不可欠であって、この点に関してなお多くの研究・開発がなされなければならない。

同様に、バイオマスを変換してエネルギーの形で利用するための装置に関する研究・開発努力も大いに必要である。このことは、バイオマスを最終的に電気に変換するのであれ、あるいはそれを焼却して熱に変換するのであれ、また発酵・分解・ガス化等によって燃料を製造するのであれ、いずれの方法に対しても共通して言えることである。その際、装置の効率もさることながら、排出物質の大気汚染への影響について、十分すぎる程慎重に検討することが重要である。一説によれば、例えば家庭用として市場に出回っている小規模焼却炉は、ガン誘発物質を大気中に排出するとも言われている。

バイオマスをエネルギー源として大量に利用する可能性が最も高いと見込まれている地域は、ヨーロッパ内では人口密度の低いアイルランド、スウェーデンおよびフランス等であって、この場合には短期間に植樹と伐採を繰返す森林バイオマスを利用することになる。欧州の南部地域では、春期および夏期の雨量が少く、栽培物あるいは樹木の成長率が低いため、一方北部の人口密集域では、土地を他の目的に利用することの需要が非常に高いため、自然に成長したバイオマ

スが偶発的に利用可能となる以外には、多くを望むことは困難である。したがって、かゝる国々で期待できるバイオマスは、廃棄物あるいは残渣物バイオマスであることが理解できよう。

8 風力エネルギー

北大西洋沿いに海岸を有する風の強いヨーロッパ諸国では、1973年の石油危機とこれに引き続いて発生したエネルギー価格の高騰の結果、研究機関と企業のかんりの活動が、風力の利用法に関する研究に振り向けられた。一方では、伝統的な風車建設技術を、他方では最新の流体力学・流体工学の知見を基に、数多くの数KWe程度の小規模風力発電機および数基の数MWe級大規模風力発電機が建設され、テストされて来ている。今日では、小規模風力発電機の生産が、デンマーク、オランダ、ベルギー、フランス及び英国で企業化されており、また3MWe発電機一基がスコットランド北東のオークニー諸島において、1983年中に稼働を始める予定である。遠くない将来において可能と考えられるより広範な応用に備えて、現在各部品機器、材料、制御法および性能向上等に関する研究が続けられている。例えば、オランダでは今世紀末までに1000MWe以上が風力発電によってまかなわれるようになるものと予想されている。このことは、逆に言えば、現在検討の行われている、風力発電機を送電網につなぐ際の問題点、過剰エネルギーの貯蔵、および騒音・安全性ならびに土地の使用と関連する社会の受入れ体制の問題、等についてその時点までには十分な解答が得られるものと予想されていることを示唆している。

内陸では海岸に比較すると風が弱いので、スペインの高原地帯や地中海諸島の一部を除いて、前記の海岸地帯の諸国以外で風力エネルギーが使用されることはまずないものと考えられる。なお、ついでながら、風力は発電に利用できるほかに、空間暖房、灌漑およびポルダーからの排水等にも利用できるものである。

9 農業と工業における太陽エネルギー利用

太陽エネルギーを農業あるいは工業に利用する面では、ヨーロッパは揺らん期にある。穀物の乾燥、温室の暖房、給湯とボイラ供給水の予熱、等において多少の試みはあるものの、進展は遅々としている。農業あるいは工業への応用においては、短期間内に投資額の回収が可能であることが必須のことであり、このことがこの方面の進展が遅い要因となっている。この方面

とくに給湯に関して、応用が進捗しないもう一つの理由としては、廉価な高性能コレクターの欠如も挙げられよう。

現時点では、この分野における新展開が、いつ・どこで生じるかは定かではない。国家的あるいは地域社会的観点からすると、エネルギー供給システムに対する評価基準が、農業あるいは工業の場合と公共投資の場合とで、著しく異なることは受入れ難いことである。したがって、何らかの形の省エネルギーに対する刺激策が必要であるが、この点については現在多くのヨーロッパ諸国ですでに実施されている。しかし、農業あるいは工業に、太陽エネルギー利用技術が導入されるためには、なおいくつかの技術上の新展開が必要のように見受けられる。最終的にそのコストがどこまで低減できるかに依存はするものの、真空管型コレクターはこの点においても一つの重要な鍵となろう。

10 結 言

上に概説した諸方法によって利用し得る太陽エネルギー量は、西欧の総エネルギー供給量に対する割合で言えば、2000年時点で5%、その20年後でその2倍以上程度と推定されている〔11〕。偶然かどうか不明であるが、日本においてもほぼ同様のことが推定されている〔15〕。この程度の割合では、エネルギー消費型の先進工業国が、これから先数十年の間直面しなければならぬエネルギー供給問題に対しては、それを軽減しこそすれ、根本的に解決するものではない。しかしながら、新技術が社会に導入されて行く際には、常に複雑な過程を辿るものであることを考えあわせれば、上記の浸透率もむしろ満足すべき数値と考えざるを得ない。歴史の教えるところによれば、新しいエネルギー源が50%の市場占有率を示すに至るには、約百年の時の流れを必要とするものである。

ヨーロッパに限らず、太陽エネルギーを利用するエネルギーシステム使用率の増大は、かならずや経済的・政治的關係にかなりの影響を与えるであろう。基本的には、太陽エネルギーの利用は、国家と地域の独立性を強化し、政治的摩擦を緩和する方向に作用する。しかしながら、日射の強い地域がより大きな経済的利益を得て、より強力となるであろう。たとえそうであるとしても、究極的に重要となる事柄は、太陽エネルギー利用の恩恵を人類全体が受けることになる点ではなからうか。

文 献

- 1) C.E.C. European Atlas of Solar Radiation, W. Groessen Verlag KG, Dortmund, 1980.
- 2) W. Palz, T.C. Steemers, (Commission of the European Communities), Solar Houses in Europe, How they have worked, Pergamon Press, Oxford, 1981.
- 3) R. Lebens (ed), Passive Solar Architecture in Europe, Architectural Press Ltd., London, 1981.
- 4) C. den Ouden (ed.), Thermal Storage of Solar Energy, Proceedings of the International TNO-Symposium, Amsterdam, 1980, Martinus Nijhoff Publishers, The Hague, 1981.
- 5) P. Iris, Experimental Study of Heat Storage In Aquifers, in [4]
- 6) A. Wijsman, A Group of Solar Houses with Seasonal Storage in the Soil, in [4]
- 7) E. Ofverholm, The Swedish Seasonal Thermal Storage Programme with Application to the Building Sector, in [4]
- 8) C.J. Hoogendoorn, Summary and Overview on Latent Heat Storage, in [4]
- 9) W.B. Veltkamp, Thermal Stratification in Heat Storages, in [4]
- 10) O. Rademaker, An Unconventional Approach to the Control of Solar Heating Systems, Paper 117.5, IFAC 8th Triennial World Congress, 24-28 Aug. 1981, Kyoto.
- 11) A. Strub, G. Beghi, Policy and Actions of the Commission of the European Communities in the Field of Solar Energy, Proceedings 5th Anniversary Symposium of the "Society for Solar Energy, ISES-Nederland", May 26, 1981, Utrecht, (obtainable from Dr. K. Joon, Energy Research Foundation, Petten, Netherlands).
- 12) C. Stambolis, Solar Applications in Greece, Proceedings of the ISES Solar World Forum, Brighton, Aug. 23-28, 1981, Paper K16, to be published by Pergamon Press, Oxford.
- 13) C.W.J. van Koppen, Active Heating in Buildings, Proceedings of the ISES Solar World Forum, Brighton, Aug. 23-28, 1981, Keynote Paper A, to be published by Pergamon Press, Oxford.
- 14) B. Sorensen, Renewable Energy, Academic Press, London e.a., 1979.
- 15) T. Noguchi, Recent Solar Energy Research and Development in Japan, Solar Research Laboratory, Nagoya, 1980.
- 16) Further information on the C.E.C. activities may be Obtained from: Commission of the European Communities, Directorate General XII for Research, Science and Education, Rue de la Loi 200, B-1049 Brussels.
- 17) J.A. Duffie, W.A. Beckmann, Solar Engineering of Thermal Processes, Wiley & Sons, New York, 1980.
- 18) Eurostat Review, 1970-1979, Statistical Office of the European Communities, 1981, Rue de la Loi, Brussels.
- 19) United Nations Yearbook 1979, Statistical Office of the U.N., New York.