

鳥取県における太陽エネルギーの分布特性

林 農*・柏田幸男**・藤本義雄*・吉野章男*・鈴木豊彦*
田辺征一**・落合義孝*・若 良二*・岩田 博**

(1981年5月30日受理)

The Amount and Properties of Solar Energy in Tottori Prefecture

by

Tsutomu HAYASHI*, Yukio KASHIWADA**, Yoshio FUJIMOTO*,
Fumio YOSHINO*, Toyohiko SUZUKI*, Sei-ichi TANABE**,
Yoshitaka OCHIAI*, Ryoji WAKA*, Hiroshi IWATA**

(Received May 30, 1981)

In a viewpoint of effective use of solar energy, the global solar radiation is analyzed not only quantitatively but also qualitatively. In the first, a distribution of the global solar radiation throughout Tottori Prefecture is estimated with meteorological data for recent nine years in order to make it clear that solar energy is one of the important alternative local energy sources for Tottori Prefecture. Secondary, definitions for a spell with solar radiation more than a certain threshold value or less than that and for a daily variation pattern are newly introduced, then the characteristics of real daily global solar radiation by Robitzsch actinograph is evaluated statistically to offer a fundamental information for effective use of solar energy.

1. ま え が き

最近のエネルギー価格の高騰と将来の資源不足の見通しから、エネルギー資源問題の重要性が世界的規模で認識されて、全ての可能性のあるエネルギー源について有効利用の方策が考えられている。

太陽エネルギーは低密度エネルギーであること、昼夜のサイクルがあること、天候および季節による変動があることを勘案したとしても、資源に恵まれない我国にとっては、非常に有望な国産で効率的且つ莫大なエネルギー源であると言える。

また、太陽エネルギーをローカルエネルギー源として有効に利用しようとする立場からすれば、地域における

潜在賦存量や各種日射量の統計値ならびに動特性に関する調査研究が必要である。その調査研究の結果に基づいて、太陽エネルギー利用設備の設置可能面積、地理的制約、技術的条件等の諸要因を考慮して利用可能量が算出される。日本全国の太陽エネルギー潜在賦存量や日射量の統計値については既にサンシャイン計画¹⁾等において調査されている。しかしこれらは全国的規模について行ったものであり、県単位について詳細に調べたものではない。

本研究では、将来のローカルエネルギー開発のための基礎資料を提供する目的で、鳥取県における太陽エネルギーの量的・質的評価を行った。量的評価としては、鳥

* 機械工学科 Department of Mechanical Engineering

** 生産機械工学科 Department of Mechanical Engineering

取県内の出来るだけ多くの地点を選んで、既存の気象データから潜在賦存量を表わす全天日射量を推定し、マップを作成した。また質的評価としては、日射の断続時間、平均的な全天日射量の日変化パターンおよび日射量平均時刻の表示法を新しく導入し統計値を求めた。これらのマップや統計値は太陽エネルギーの有効利用のために不可欠な情報を提供すると考えられるので、その概略について報告する。

2. 観測地点と日照時間

鳥取県における太陽エネルギー量、すなわち直達日射量や全天日射量を直接測定した結果は若干存在する²⁻³⁾だけであるので、鳥取県全体の太陽エネルギー賦存量を把握する資料になり得ない。正確な太陽エネルギー賦存量分布を示すためには、年々の気候変化を考慮すれば、十年間以上の県内各地での日射量の連続測定が必要である。しかし現実問題として、その日射量の観測結果を待つわけにはいかない。そこで、鳥取県の太陽エネルギー

賦存量は既存の気象データを使って推定しなければならない。

既存の気象データのうち太陽エネルギー量の推定に供し得る基礎要因は日照時間、積雪量、雲量、降水量等である。これらの基礎要因のうち地域に降り注ぐ太陽エネルギー量のおよその見当をつける目安としては日照時間を取り上げるのが最も簡単であると考えられるので、Table 1 に県内 22ヶ所の観測地点と年間日照時間を示す。示された日照時間はバイメタル日照計による観測結果の年間総時間であり、1970年～1978年の9年間の平均値を示している。

年間日照時間はいずれの観測地点でも 1700 時間を越え県全体の平均は 2120 時間に達している。一般に気象台で使用しているジョルダン日照計に較べてバイメタル日照計は長い日照時間を記録する⁴⁾ことを考慮しても、一般的な山陰地方のイメージと異なり日照時間が比較的多く、太陽エネルギーを有効に利用できる立地条件に恵まれていることが推察出来る。

Table 1 List of meteorological observation stations and sunshine duration annual total hours.

地 点	所 在 地	緯 度	経 度	海 抜	年 間 日 照 時 間
砂 丘 利用研究施設	鳥取市浜坂 1390	35°32'	134°13'	23 ^m	1787.0 ^{hr}
鳥 取 地方気象台	鳥取市湖山町 1640	35 30.7	134 10.9	17	2246.8
米 子 測 候 所	米子市博労町 4 の 325	35 26	133 21	7	2394.9
境	境港市東本町 64	35 33	133 14	2	2429.1
黒 坂 農業気象観測所	日野郡日野町黒坂曲淵の上 204 の 2	35 12.8	133 23.5	220	2004.4
羽 合	東伯郡羽合町水下字河原田 129 の 2	35 29.2	133 52.3	4	2166.2
関 金	東伯郡関金町大鳥居 1238	35 22.7	133 45.4	148	2099.0
三 朝	東伯郡三朝町高橋 159	35 23.1	133 55.5	160	1847.0
青 谷	気高郡青谷町青谷 4077 の 11	35 30.8	133 59.9	5	2147.5
岩 井	岩美郡岩美町恩志 97	35 33.7	134 20.8	10	2070.0
佐 治	八頭郡佐治村高山	35 20.2	134 06.9	320	2071.9
下 市	西伯郡中山町塩津 742	35 31.5	133 34.4	15	2116.0
淀 江	西伯郡淀江町大字小波字西浜畑	35 26.5	133 24.5	4	2322.1
法勝寺	西伯郡西伯町大字法勝寺後河原上	35 20	133 19.6	37	2593.9
阿 里 緑	日野郡日南町下阿里緑	35 12.7	133 12.7	530	1933.2
赤 碓	東伯郡赤碓町高岡字西屋敷	35 27.3	133 38	110	2021.0
東 伯	東伯郡東伯町別宮 427	35 25.2	133 39.6	235	2060.8
鹿 野	気高郡鹿野町鹿野字小屋根	35 27.3	134 04.3	55	2014.9
福 部	岩美郡福部村海士	35 32.7	134 16.9	10	2179.5
栃 本	岩美郡国府町栃本字前田 272	35 27.9	134 22	230	1994.3
智 頭	八頭郡智頭町大字智頭 653	35 15.9	134 14.1	175	2058.9
豊 房	西伯郡大山町豊房 1627 の 1	35 26.6	133 31.2	240	2090.9

3. 全 天 日 射 量

太陽エネルギーの有効利用を考える場合、エネルギー賦存量としてはその地域での水平面に到達する直達日射量と散乱日射量を合せた全天日射量を採用するのが妥当であると考えられる。全国の全天日射量マップは既にサンシャイン計画⁹⁾において作成されている。しかしこれは全国的規模について概略分布を求めたものであり県単位の詳細な全天日射量分布を示したものではない。

鳥取県の地形は中国山地から急斜面をもって海岸部に至るため山間部が多くの面積を占め平野部が狭小であることから、全天日射量の局所的な差が大きく太陽エネルギー利用システムの立地条件は複雑に変化していると考えられる。そこで太陽エネルギーの有効利用に際しては、詳細な全天日射量マップが必要となる。また、観測地点は海岸近くと山間部に半数ずつ存在しているので、日出日没時刻におよぼす天空と地形・地物の境界線が高い位置にある場合が多い。したがってマップの作成に際して、快晴の日に日照を記録するであろう可照時間の計算には地形・地物のアウトラインを考慮する必要がある。

3. 1 全 天 日 射 量 の 推 定

全天日射量は気象学や気候学だけでなく農業などにとっても重要な因子であるので従来多くの研究がされて来た。しかしながら、全天日射量の直接的な観測件数は非常に少なく且つ正確な測定が困難であったので日照率等から推定する方法が提唱されて来た。これらのうち Blackらが導入した公式⁹⁾が多くの場合に採用されている。サンシャイン計画では熱電対式A型全天日射計による日本各地の月平均全天日射量データならびに日照率(S/S₀),積雪指数(G₁₀),太陽高度(h)の気象因子を用いて、これらの関係を事例解析するとともに重相関解析法により月平均日射量(Q)を推定する式を作成した。その推定式は

$$Q/Q_0 = 0.146 + 0.534 \cdot S/S_0 + 0.047 \cdot G_{10} + 0.036 \sin h \dots \dots (1)$$

であり、推定誤差は5%であるとしている。ただし、この式の日照率はジョルダン日照計によって測定された日照時間の天文可照時間に対する比を用いている。本研究ではバイメタル日照計による日照時間と周囲地形を考慮した実際可照時間より求めた日照率およびロビッチ日射計による全天日射量データを使用して(1)式を検定した結果、推定誤差は20%以内であった。これはまた、日

照率の計算に際して天文可照時間よりも実際可照時間を用いる方が正しい推定値が得られることを示した。しかし全天日射量の実測値と推定値を比較した場合は全体的に推定値の方がやや高めの値を示した。さらに高精度な推定式を得るためには鳥取県内数ヶ所での熱電対式A型日射計による数年間の実測が必要である。

3. 2 地 形 ・ 地 物 の 影 響 に よ る 可 照 時 間 の 補 正

天文学や気象学で用いられて来た可照時間は太陽が地平線から出て地平線に没むまでの時間すなわち天文可照時間であって、実際の日出日没時刻が山などの地形の影響を受けることを考慮に入れていない⁷⁾。しかし、鳥取県内各地の農業気象観測所の多くは山間部に立地しており、山や建物や樹木などが可照時間を少なめにし、太陽高度で東側18°西側17°を遮蔽して可照時間を3.3時間も少なくしている観測地点すら存在する。したがって本研究では、全観測地点の可照時間として天文可照時間から地形・地物が障害となる時間を除いて補正した真の日出から日没までの時間を採用する。実際に天空と地形・地物の境界線を求めるために、遠くの間々も見渡せる晴天の日を選び、各観測地点の日照計設置場所から日出日没の方角つまり方位角230°~300°(東)および50°~120°(西)付近の地形の10数枚の連続写真撮影を行い、同時に風景中の代表的目標物数点を選びトランシットでその方位角および高度を測定した。photo. 1はこのようにして得た合成写真の一例である。この合成写真を基にして、天空と地形の境界線のアウトラインの高度(h)と方位角(A)の関係をラグランジェの補間公式

$$h = \sum_{i=0}^n \frac{\Pi(A)}{(A-A_i)\Pi(A_i)} f_i(A) = \sum_{i=0}^n l_i(A) f_i(A) \quad (2)$$

$$\Pi(A) = (A-A_0)(A-A_1)\dots(A-A_n)$$

によって求めた。Fig. 1にアウトライン近似式によって表わした地形の輪郭の一例を示す。日出、日没時刻およ

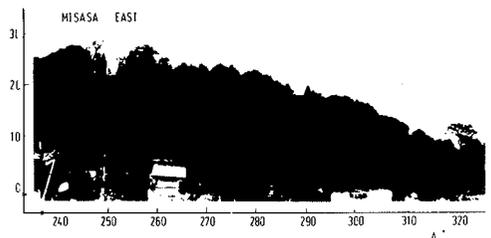


Photo. 1 Composite picture at the observation station of Misasa.

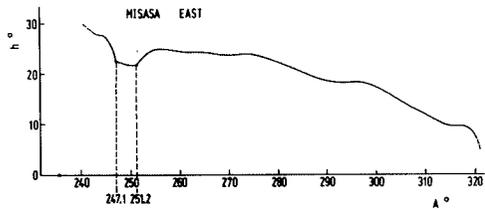


Fig. 1 Outline curve for the contour of the ground.

びその時の太陽高度と方位角は、太陽の軌道方程式

$$\left. \begin{aligned} \cos h \cdot \sin A &= \cos \delta_0 \cdot \sin H \\ \cos h \cdot \cos A &= -\cos \phi \cdot \sin \delta_0 + \sin \phi \cdot \cos \delta_0 \cdot \cos H \\ \cos h &= \sin \phi \cdot \sin \delta_0 + \cos \phi \cdot \cos \delta_0 \cdot \cos H \end{aligned} \right\} (3)$$

と(2)式のアウトライン近似式の交点を電子計算機を使って逐次近似法で求めることにより決定した。ここで、 δ_0, H は太陽の赤緯および時角、 ϕ は観測地点の緯度である。このようにして得た実際日照時間(S_0)から大気外水平面日射量(Q_0)を求め、さらに(1)式により月平均全日射量(Q)を推定した。

3. 3 月別全日射量

全日射量推定式(1)を使って計算するために用いた資料は鳥取大学砂丘研究所 Meteorological

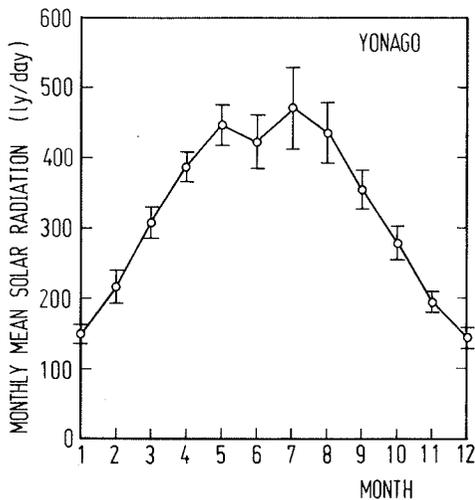


Fig. 2 Progress of monthly mean global solar radiation.

Data³⁾1970年~1977年の8年間分と鳥取県気象月報⁴⁾1970年~1978年の9年間分であり、その資料から月間積算日照時間、月間積雪日数(ただし、積雪10cm以上の日を積雪日とした)を抽出し使用した。また、太陽の赤緯、赤経、均時差、グリニッジ視恒星時、太陽常数補正值は理科年表により、各観測地点の緯度および経度はTable 1の値を用いて太陽の軌跡、日照時間、大気外水平面日射量を計算した。

鳥取県内22ヶ所の観測地点について推定した月平均全日射量の平年値(8, 9年間の平均値)の年間推移と年毎の変動を表わす標準偏差の一例として米子の図をFig.

Table 2 Annual mean global solar radiation and the range of fluctuation.

観測地点	年平均全日射量 ly/day	変動度 %
砂丘	(266.8)	4.4
鳥取	311.9	3.2
米子	315.1	4.9
境	324.5	2.4
黒坂	307.8	2.3
羽合	308.3	5.5
関金	305.0	3.7
三朝	293.9	5.3
青谷	312.6	3.5
岩井	305.5	3.8
佐治	315.7	2.6
下市	301.8	4.8
淀江	327.6	5.6
法勝寺	(346.8)	4.5
阿毘縁	295.5	4.0
赤碕	303.8	3.8
東伯	312.8	2.1
鹿野	307.3	6.1
福部	313.1	4.3
栃本	309.8	4.9
智頭	312.1	4.8
豊房	300.6	5.2
県平均	309.0	4.6

Table 3 Comparison of the global solar radiation of Japan with that of Tottori Prefecture.

地域 平均 期間		全 国			鳥 取 県		
		平 均	特 定 地 点		平 均	特 定 地 点	
		日 射 量 ly/day	地 点 名	日 射 量 ly/day	日 射 量 ly/day	地 点 名	日 射 量 ly/day
月 平 均	最 大 値 (月)	約410 (5)	久米島	531 (7)	464 (7)	淀江	495 (7)
	最 小 値 (月)	約150 (12)	稚内	65 (12)	140 (12)	栃本	123 (12)
年 間 平 均	平 均	約290	—	—	309	—	—
	最 大 値	—	南大東島	348	—	淀江	328
	最 小 値	—	稚内, 北見枝幸	246	—	三朝	294

2に示す。月平均全日射量の年間推移は全ての観測地点で同様な傾向を示している。全日射量は5月および7月にピークになり、7月には年間最高425~495 ly/day*の日射量がある。6月の落込みは梅雨の影響が現われているものと思われる。また、12月~2月の冬季には極端に日射量が少なく200 ly/day以下である。年毎の変動度を表わす標準偏差は梅雨期の長短の影響からか7月が大きく、佐治、関金、赤碕、鹿野、智頭、阿毘緑の傾斜交換点に立地する谷口集落では冬季2月の変動が大きい。

各観測地点の年平均全日射量の年平均値および年々の変動度をTable 2に示す。ただし、年々の変動度は標準偏差を年平均値で除した百分率で表わす。全県平均の年平均全日射量は309 ly/day、変動度は4.6%であり、年によって大きな違いがないことを示している。

鳥取県の全日射量を全国のものに対比したのがTable 3である。月別全日射量の最高値は全国各地の単純平均で5月の約410 ly/dayであるのに対し、鳥取平均は7月の464 ly/dayであり全国平均より高いことを示している。一方、最低値は全国平均で12月の約150 ly/dayに対し鳥取平均は同じ12月の140 ly/dayであるので、鳥取県は夏季と冬季の日射量の差が著しいと言える。また、特定場所については、全国最高全日射量は沖縄・久米島の7月の531 ly/dayに対し、鳥取県では淀江の7月の495 ly/dayであり、これは四国・瀬戸内海沿岸の8月に匹敵する。

* ly=cal/cm²: langley

3. 4 全日射量マップ

鳥取県における月別全日射量分布の代表例および年平均全日射量分布を表わしたマップをFig. 3~5に示す。図中のMは全日射量が極大の地域、Lは極小の地域を表わす。曲線は日射量の等エネルギー線を示し、近隣観測地点の値から10 ly/day間隔の点を求めて等エネルギー点を結んで得たものである。

夏季と冬季の等エネルギー線は海岸線に沿って東西方向に走り、夏季は内陸山間部に較べて海岸近くの日射量が多く、冬季は逆に積雪の影響からか内陸山間部の日射量が多くなっている。春季と秋季は海岸平野部と内陸山間部との差が小さいことを示した。

3. 5 全日射量分布の特徴

鳥取県の全日射量の推定結果から太陽エネルギー潜在賦存量を概算すれば、鳥取県全土の面積3492.3 km²に放射される全日射量は年間平均として一日当たり1.09×10¹³kcalであり、夏季には一日当たり1.6×10¹³kcalにも達し、冬季では一日当たり0.49×10¹³kcalであると言える。また、夏季は海岸沿いが、冬季は山沿いが相対的に高くなり、一般的に西高東低の傾向を示している。このように、鳥取県の日射量は全国各地の日射量と較べれば夏季と冬季の差が著しいことを示し、太陽エネルギー利用の立場から見れば夏季のエネルギー賦存量は豊富で有効利用の可能性が高いと言える。

しかしながら、これらの全日射量の推定はパイメタル日照計による日照時間の実測値を基に行ったものであ

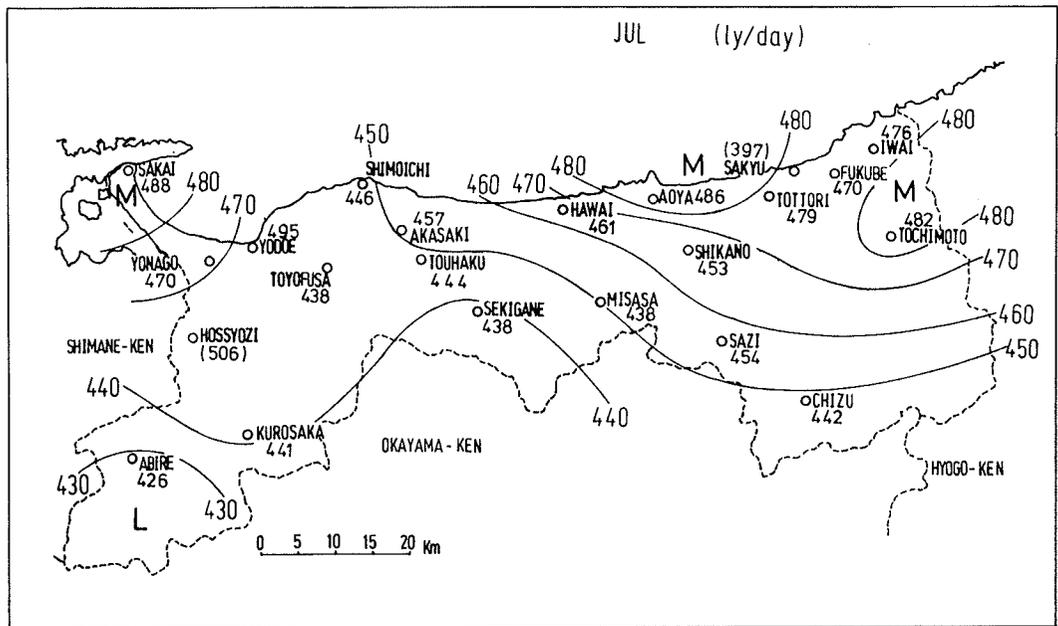


Fig. 3 Representation on the map with distribution of monthly mean global solar radiation in July throughout Tottori Prefecture.

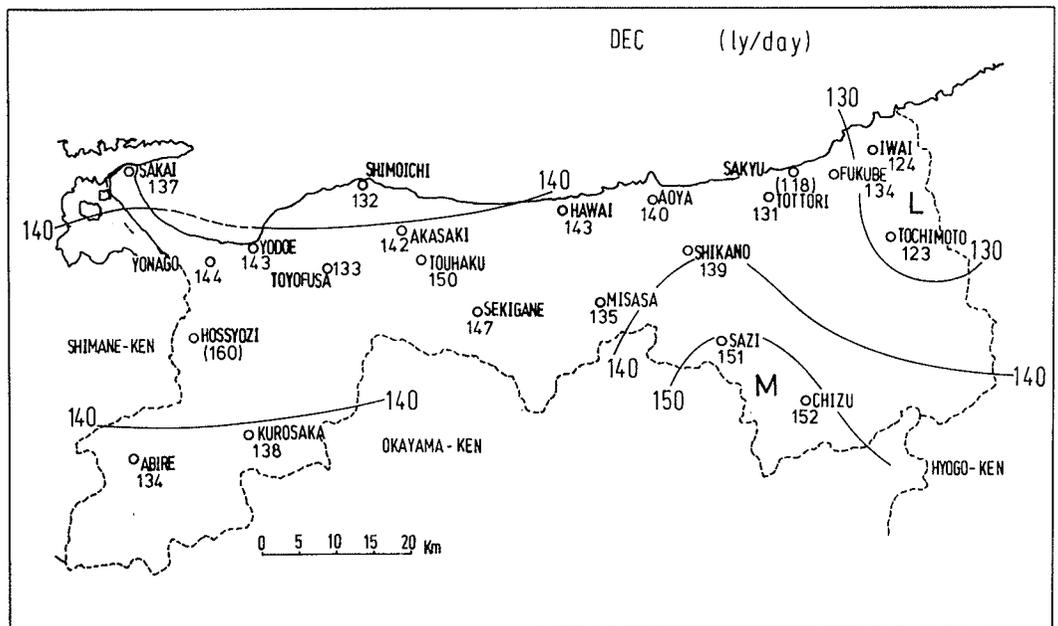


Fig. 4 Representation on the map with distribution of monthly mean global solar radiation in December throughout Tottori Prefecture.

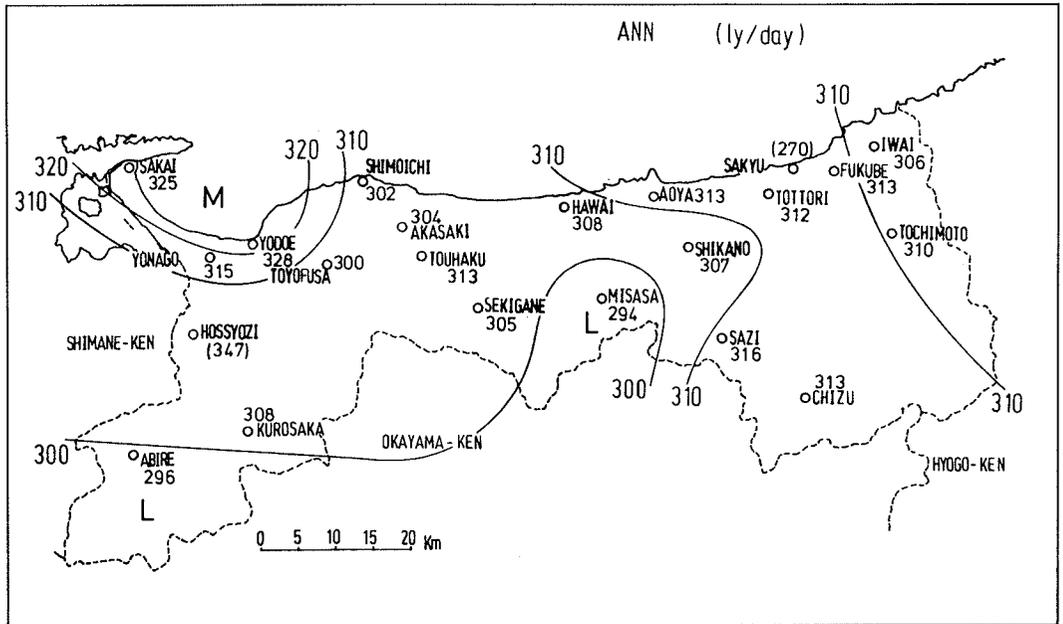


Fig. 5 Representation on the map with distribution of annual mean global solar radiation throughout Tottori Prefecture.

り、バイメタル日照計の精度はジョルダン日照計と比較して必ずしも高くないことを附記しておかなければならない。したがって、太陽熱発電所等の高効率集約型の太陽エネルギー利用システムの開発建設に際しては最適地の選択とその地点での日射量の高精度な実測が望まれる。

4. 日射の断続時間

太陽からの日射は、雲一つない快晴日でも昼間緩やかな変化を示すが、大部分の日には僅少な時間間隔での断続変化を示す。太陽エネルギー利用機器の動特性を検討するためには、この頻繁な断続性についての知識が必要である。太陽エネルギーの質の評価の一方法として、この断続性を表わすために日射継続時間、不日射継続時間の度数分布を求めた。日射継続時間は一定の基準値以上の日射量が跡切れることなく続く一続きの時間を表わし、不日射継続時間は逆に日射量がある基準値を越えない一続きの時間を意味し、夜間もこの不日射時間に含めた。これら日射および不日射継続時間は従来求められている日照、不照継続時間に対応するものである。ただし、従来求められている日照、不照継続時間は日射量の基準値が一定に固定されたジョルダン日照計またはバイメタル

日照計による観測結果より求めたものであり、単に日照の有無についての情報しか与えない。これに対して、日射および不日射継続時間は全天日射量の経時変化を記録したロビッチ日射計による観測結果より求めるものであり、日射量の基準値を任意に選べるので、太陽エネルギー利用システムの特質に合致した日射量の特質解析を可能にする。

日射の断続時間の統計解析の例として、砂丘利用研究施設の1979年のロビッチ日射計自記記録を選び、日射量の基準値として0.4, 0.6, 0.8 ly/minの3種類を採用した。Fig. 6に2月の、Fig. 7に8月の日射継続時間の度数分布の例を示す。この統計は0.1時間刻みにとった切れ目のない一続きの日射継続時間別度数分布であり、月間の生起回数を度数としている。例えば、2月には0.6 ly/min以上の日射量が3.1~4時間連続している総回数3回であることを示す。また、この度数分布図は太陽エネルギー利用システムを稼働させる最低の日射強さを設定する資料を提供する。例えば、4時間以上の日射が継続しなければ稼働させないシステムでは、集熱器がある基準値以上の日射量がないと駆動しないとすれば、8月には0.4 ly/minで17回、0.6 ly/minで10回、0.8 ly/

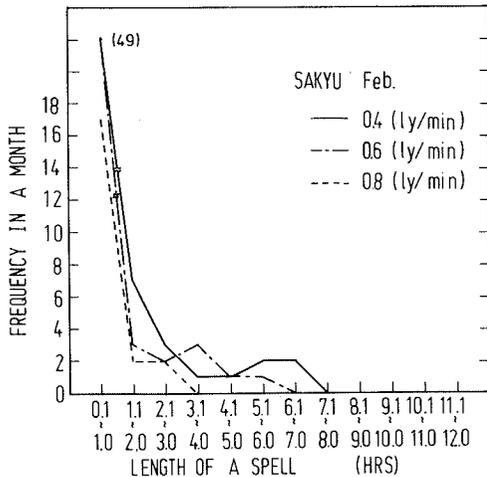


Fig. 6 Frequency distribution of spells with solar radiation more than a certain threshold value.

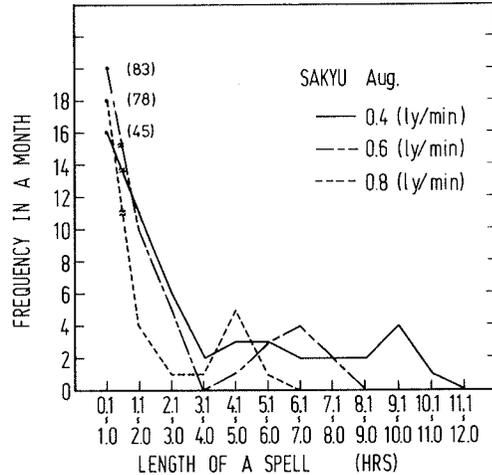


Fig. 7 Frequency distribution of spells with solar radiation more than a certain threshold value.

minで6回の稼動が可能であるが、2月には0.4 ly/minで5回、0.6 ly/minで2回、0.8 ly/minではその月には稼動しないことを示す。太陽エネルギー利用設備から見れば、駆動日射量の設定値を高くすれば高効率のシステムの開発が可能であるかも知れないが、稼動時間が短く一日に何度も運転停止を繰り返すことになる。したがって、稼動継続時間を出来るだけ長くし、かつ稼動最低日射量を大きく設定するための参考資料として不可欠の統計値である。

Fig. 8 に不日射継続時間の度数分布の一例を示す。これは日射の中断の長さを表わす不日射継続時間別度数分布である。日射量の基準値は日射継続時間と同じとし、夜間を含めて不日射継続時間として取扱った。この統計では基準値以上の日射量がない日の場合、その前後の夜間も含めて2日間の不日射継続時間となる。このようにしたため、月の区切りは最初の日射が中断した時から数えはじめ、次の月の最初の日射開始までを1ヶ月分とした。図の横軸は10時間刻みで区分してあり、例えば、20時間とは不日射継続時間が10.1~20.0時間であったことを示す。

5. 毎時全天日射量

太陽エネルギー量すなわち日射量は年毎の変化や年間通しての変化と共に一日の内の時間変化もまた重要である。そこで、日々の日射量の時間変化を表わすために、

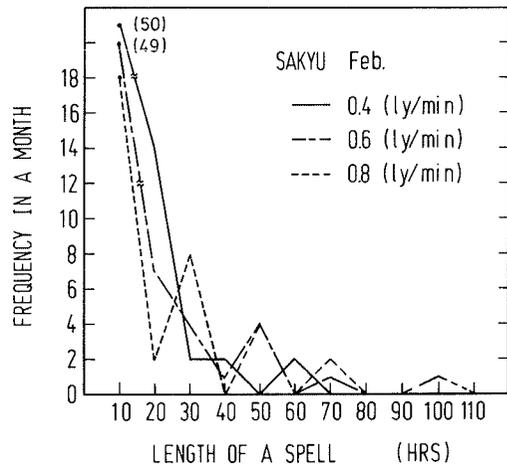


Fig. 8 Frequency distribution of spells with solar radiation less than a certain threshold value including night.

毎時全天日射量の月平均値で日変化パターンの代表値を示し、日射量平均時刻で一日平均の日射量の最大となる時刻すなわち方角を表わすことを試みた。

毎時全天日射量はある一時間における全天日射量の積算値の月平均値あるいは年平均値を表わす。Fig. 9 は1978年の砂丘研究所での月平均および年平均の日変化パターンの例を示す。時間間隔は標準時の毎正時を採用した。

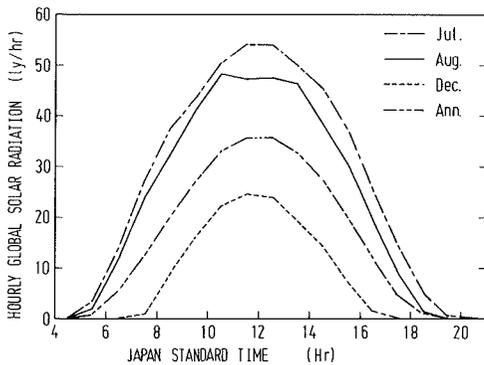


Fig. 9 Hourly global solar radiation.

日射量の日変化パターンは日出と共に急激に増加して正午に最大値に達し、午後には時間と共に減少する。日射の総量は7月と12月では顕著な差を示す。また、8月の日射量は正午を中心にして対称になっておらず午前中の日射量が過大となっている。

日射量が午前中に多いか後に多いかを簡単に表わすために日射量平均時刻を導入した。この日射量平均時刻は一日の日射量分布の平均時刻の標準時の正午からの変位時間を表わし、天気概況で言われる「晴のち曇」や「曇のち晴」をエネルギー的観点から数量的に表現しようとする尺度である。Fig. 10は8月と12月の日射量平均時刻の日々の変化状況を示す。明らかに月または旬によって平均時刻に偏があることが見受けられる。この統計量は固定式受光面の傾き角を決定するための資料を提供する。

Fig. 11は毎時全日射量の月間累積度数分布を示す。これは単位時間当りの日射量がある値以上得られる総時間の1ヶ月間の総時間に対する比率を示す。例えば、太陽エネルギー利用システムが30 ly/hour以上の日射量がある時のみ稼働するとすれば、8月には20%の稼働率であるが2月には8%になることを示す。

6. ま と め

将来のローカルエネルギー開発のための基礎資料を提供する目的で、鳥取県における太陽エネルギーの量的評価として全日射量を推定し、質的評価として日射の断続時間および毎時全日射量の解析を試みた結果

- (1) 鳥取県における月別全日射量分布および年平均全日射量分布のマップを作成した。
- (2) 県内各地の日射量を比較すると、夏季は海岸沿

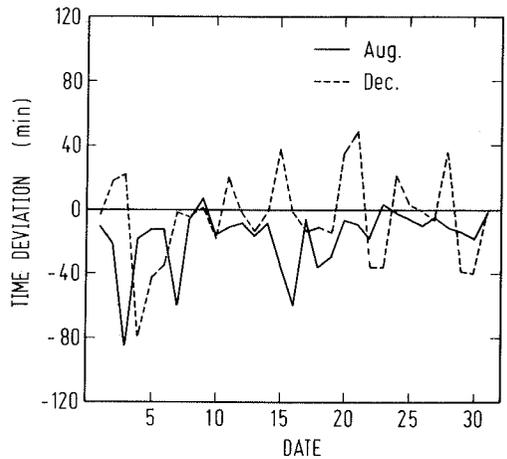


Fig. 10 Time deviation of daily global solar radiation.

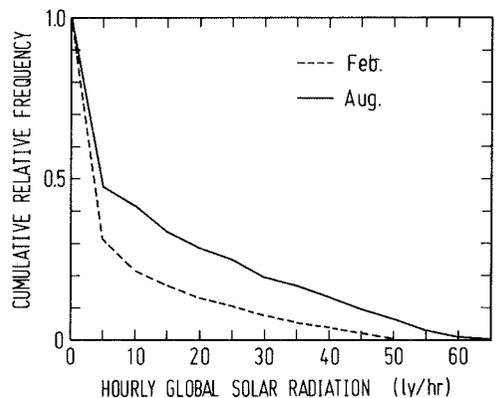


Fig. 11 Cumulative frequency distribution of hourly global solar radiation in a month.

いが冬季は山沿いが相対的に高くなり、全般的に西高東低の傾向を示した。

- (3) 鳥取県全土に放射される全日射量は年間平均として一日当たり 1.09×10^{13} kcal であり、夏季には一日当たり 1.6×10^{13} kcal にも達し、冬季では 0.49×10^{13} kcal である。
- (4) 全国各地と比較した場合、鳥取県の全日射量は夏季と冬季の差が著しい。
- (5) 日射・不日射継続時間を定義し、太陽エネルギー利用システムの開発のための基礎資料となる統計量を提供した。

(6) 毎時全天日射量の日変化パターンおよび日射量
平均時刻の表示法を導入し、太陽エネルギーの有
効利用の観点から有益な統計値を示した。

という結論が得られた。さらに、高効率の太陽エネルギ
ー利用システムの開発建設に際しては、最適地の選択と
その地点での日射量の高精度な実測が望まれる。

最後に、本研究に際し、鳥取地方気象台久保朋弘台長、
鳥取大学農学部附属砂丘利用研究施設松田昭美教授をは
じめ多くの方々のご教示、ご協力を戴いたことに対し感
謝の意を表します。

参 考 文 献

- 1) 日本気象協会；昭和 51 年度サンシャイン計画報告
書「太陽エネルギーシステムの研究（気象調査）」
(1977)。
- 2) 気象庁；気象庁月報，気象庁年報。
- 3) 鳥取大学農学部附属砂丘利用研究施設；
Meteorological Data No.19 (1970) ～No.27 (1978)。
- 4) 吉田作松；バイメタル日照計による観測値の性質，
気象庁研究時報 20-1 (1968)，6。
- 5) Black, J. N., ほか 2 名, Solar Radiation and
Duration of Sunshine, Quart. J. Roy. Met. Soc., 80
(1954), 231。
- 6) 鳥取地方気象台；鳥取県気象月報(1970)～(1978)。
- 7) 吉田作松；日照時間について，天気 15-6 (1968)，
255。