

広島県メッシュ気候図に関する研究

第10報 日照データのメッシュ化

上原 由子・清野 豁*・原田 昭彦

キーワード：メッシュ気候図，日照時間，日射量

広島県においては，農業振興をはじめとする地域開発計画に利用することを目的に，気象庁と共同で1kmメッシュ（第3次メッシュ）の月別平均気温・月別降水量・年間最深積雪等の平年値を推定し，「広島県メッシュ気候図」を作成した^{6,8,9}。その後，最高・最低気温を加え¹¹，日別気温の推定⁷，任意の日の気温のメッシュ化¹⁰等を可能にした。気温や降水量のメッシュ気候値は，土壌その他のデータと併せて作物栽培の適地判定や生育予測に利用しているが^{2,3,12}，より精度の高い適地判定や生育予測を行うために日照時間及び日射量のメッシュデータの整備が望まれてきた。

月平均日射量平年値については，日照時間資料と国土数値情報の第3次メッシュにおける標高等を利用した地形因子解析による方法で，全国をカバーするメッシュデータが作成されている⁹。また，岡山県では，地形の影響を除いた日照時間を距離重みづけ法によりメッシュ化し，1kmメッシュごとの月別平年日照時間が推定されている¹⁵。

本研究では，利用場面で任意の時期・期間の推定が要求されることから，日照時間の月平均値のみならず，旬，半月，日単位での推定の可能性を検討した。推定法としては，計算の簡単な距離重みづけ法を使用して日照時間のメッシュ化を行った。さらに，日照時間から日射量の推定を試みた。

計算処理，推定精度の調査及び分布図用メッシュデータの作成は主としてパソコンPC 9801 VX 4を使用し，MS-DOS上のFORTRAN 77でプログラム開発を行った。その後，水稻の生育調査データ等と併せて利用するために，ミニコンMS 4100用のプログラム（FORTRAN 77）を作成した。これにより，水稻の登熟期間の日

日照時間分布図を作成し，収量及び品質の地域性との関連性について検討した。

資料及び方法

1. 周辺地形による遮蔽効果の計算

国土数値情報の第3次メッシュの平均標高を使用し，各メッシュについて周辺地形による遮蔽効果の計算を行った。なお，農耕地については農耕地平均標高⁷，観測点については観測所の標高と周辺のメッシュ平均標高を使用した。周辺地形による遮蔽効果は，清野・内嶋の方法¹⁶に従って以下のように判定した。

照 射： $\alpha_0 < h_0$

遮 蔽： $\alpha_0 > h_0$

ここで， h_0 は太陽高度， α_0 は対象メッシュから太陽方向に20km内にある地形と水平線がなす仰角のなかでの最大値である。仰角 α_0 の計算方位の間隔については，メッシュ平均標高を使用するため，15度きざみ以下では数値は変化しない。さらに，アメダス観測所における地形・地物を考慮した日照時間実測値¹³と比較し残差を求めたところ，方位間隔15度の場合と45度の場合とで差が認められなかった。従って， α_0 の算定は北東方向から時計回りに45度おきに7方位について行い，各方向間は内挿した。これと，対象メッシュの緯度と日付から計算した日出・日没時の太陽方位を用いて，地形条件を考慮した日照時間を推定した。

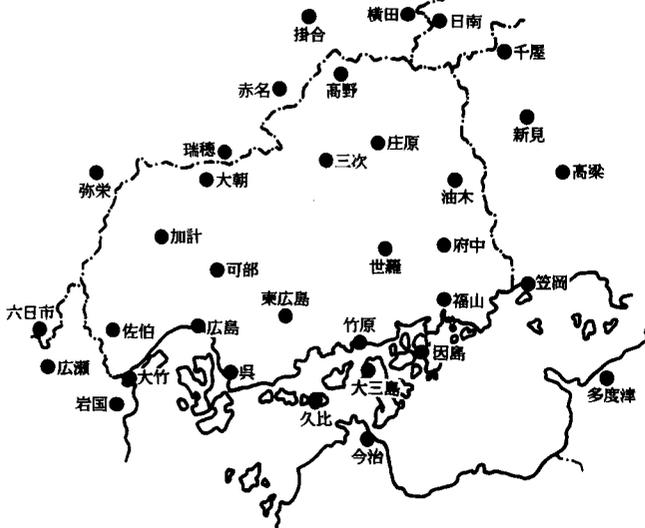
なお，計算はメッシュの中央点について行った。これは以後述べる計算処理についても同様である。

2. 日照時間のメッシュ化

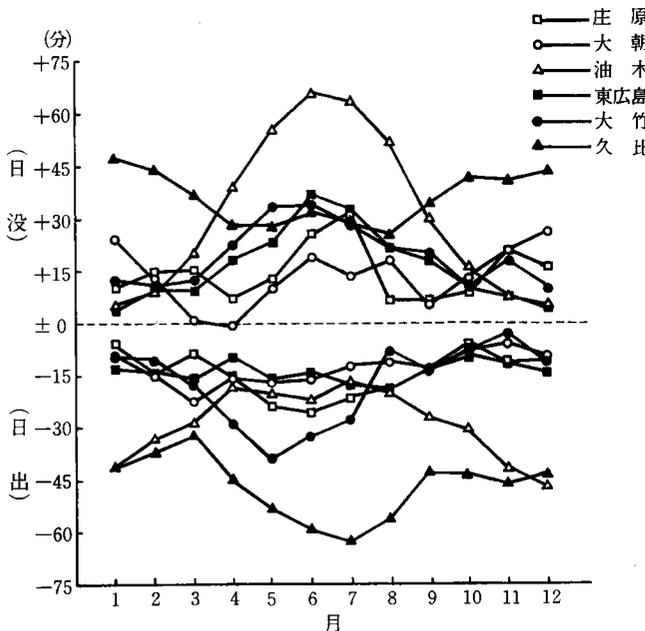
基礎データとして，広島県及び周辺のアメダス観測所計34地点（広島県18，岡山県4，島根県6，鳥取県1，香川県1，愛媛県2，山口県2）の日別及び特別の日照

* 農林水産省農業環境技術研究所

本報告の一部は平成元年度農業気象学会大会で発表した。



第1図 アメダス観測所配置図



第2図 日出・没時刻の計算値と実測値との差

注) a = 観測点の標高と周囲の平均標高から算出した時刻
 b = 晴天日の日照毎時データから求めた時刻とすると、
 縦軸は a - b (分) を示す。

時間を使用した(第1図)。期間は、太陽電池式日照計により観測が行われた1979~1985年とした。平年値として上記7年間の平均値を使用した。

日照時間のメッシュ化は、まず観測点における周辺の地形・地物を取り除いたと仮定した場合の日照時間を算出し、これから距離重みづけ法によって各メッシュの値を求めた後、地形による遮蔽を考慮した日照時間に換算した。地形の影響のない日照時間と地形・地物に遮蔽された実際の日照時間との関係は、次式^{13,20)}によった。

$$n^*/N^* = C(h) \cdot n/N \quad (1)$$

n^* : 地形・地物を取り除いたと仮定した場合の日照時間

N^* : 天文可照時間

n : 実際の日照時間

N : 実際の可照時間

$C(h)$: 次式による補正係数

$$C(h) = 1.00 \quad h \leq 3$$

$$C(h) = 1.08h^{-0.09} \quad h > 3 \quad (2)$$

h : 地形の影響を考慮した日出・日没の太陽高度(単位は度)

但し、実際には午前と午後とで h が異なるので午前午後を兼ねた補正係数 $C(h)$ として $N / (N_{\text{午前}} / C(h_{\text{日出}}) + N_{\text{午後}} / C(h_{\text{日没}}))$ を使用した。

観測点の可照時間 N については、前節で述べた方法により標高から計算した可照時間を、実際の晴天日の日照時間との差で補正し、算出した。補正值は、晴天日における(標高から算出した可照時間 - 実際の日照時間)から補間により当該日の値を求めた。

全般的には、各観測所の標高から求めた可照時間は晴天日の日照時間とよく一致していたが、地点によっては1km以内の地形・地物の影響で実際の日照時間の方が短い場合があった。月別に日照率が最大の日の太陽の出・没時刻について、特別日照データから求めたものと地形条件から計算したものとを比較したところ、大きな所では1時間程度の差があった。第2図に庄原・大朝・油木・東広島・大竹・久比について補正值を示した。

(1)式により観測点における地形の影響を除いた日照時間 n^* を求めた後、これから各メ

メッシュの n^* を推定した。メッシュ化は、距離が30km以内にある観測点のデータを使用し、距離の逆数で重みづけした加重平均で補間する方法によった。

$$n^* = \frac{\sum_{i=1}^k (n_i^*/d_i)}{\sum_{i=1}^k (1/d_i)} \quad (3)$$

n^* : 観測点の存在しないメッシュにおける地形の影響を除いた日照時間

n_i^* : 観測点 i における地形の影響を除いた日照時間

d_i : 推定点から観測点 i までの距離

k : $d_i \leq 30\text{km}$ となる観測点の数

次に、各メッシュについて天文可照時間 N^* 、標高から算出した地形の影響を考慮した可照時間 N 、日出・没の太陽高度 h を計算し、次式により各メッシュの地形による遮蔽を考慮した日照時間を求めた。

$$n = (n^*/N^*) \cdot N/C(h) \quad (4)$$

3. 日照時間から日射量を求める推定式

米子・浜田・下関・広島・松山で観測された1979~1985年の日別日照時間(アメダス)と全天日射量(気象官署)を使用して次の回帰式を求め、日射量の推定に使用した。

$$S_t/S_o = 0.125 + 0.575(n/N^*) \quad (5)$$

$$r = 0.967$$

S_t : 日射量(全天日射量)

S_o : 大気外水平面日射量

n : 日照時間

N^* : 天文可照時間

ただし、大気外水平面日射量(日量)は次式により計算した¹⁷⁾。

$$S_o = (24/\pi) I_o (r_o/r)^2 \times (\omega_s \cdot \sin \delta \cdot \sin \phi + \cos \delta \cdot \cos \phi \cdot \sin \omega_s) \quad (6)$$

I_o : 太陽常数 = 4,921 KJ·m⁻²·h⁻¹

r_o : 太陽と地球の間の平均距離

r : " 計算日での距離

δ : 太陽赤緯

ϕ : 計算地点の緯度

ω_s : 日没の時角(ラジアン)

4. 晴天日の日射量の算出

米子・浜田・下関・広島・松山で観測された1979~1985年の全天日射量を使用し、晴天時の S_t/S_o を透過率として月別透過率を求めた。透過率は広島が最も小さく松山が最も大きかったが、ほぼ70%前後であった。都市化の進んだ広島は大気の汚れの程度が他に比べて大きく、

ここでの透過率を県全域に適用するのは不相当と考えられたので、他県の観測所も含めた5ヶ所の平均を使用した(第3図)。各メッシュについて計算した S_o に透過率を掛けて晴天日の全天日射量とし、これを直達日射量と散乱日射量に分け、日変化曲線を求めた。各メッシュの地形条件から日出・没の時刻を計算し、この間の全天日射量を算出した。直達日射量の日量は氷高⁹⁾による中国地方についての調査結果(快晴清澄日における直達放射率)を使用して求め、日変化曲線は清野・内嶋の手法¹⁶⁾によって求めた。

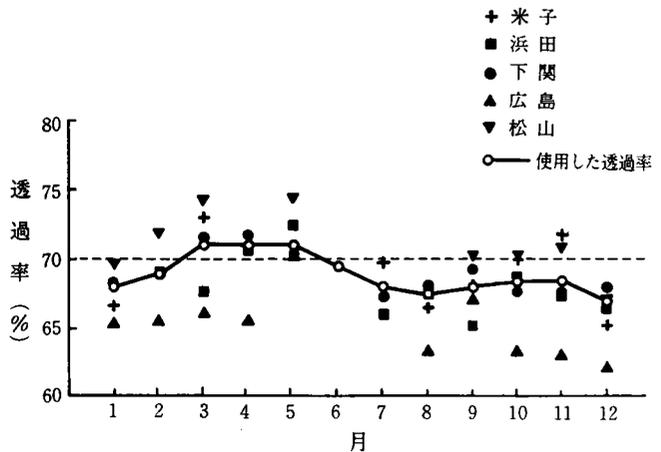
結果及び考察

1. 地形を考慮した可照時間

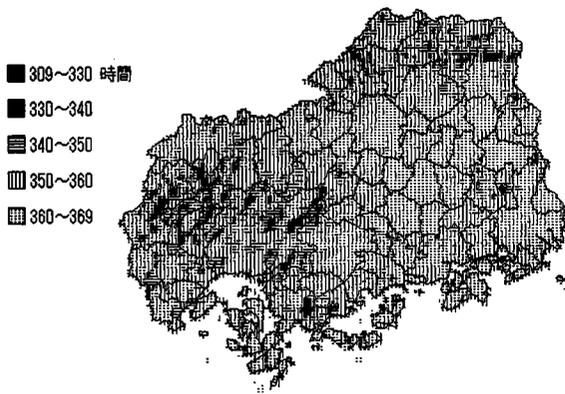
広島県内観測点における標高を使って推定した地形を考慮した月別可照時間と、日照開始と終了時刻から求めた実際の可照時間(日本気象協会調査¹³⁾による)との差

第1表 月別可照時間の推定精度

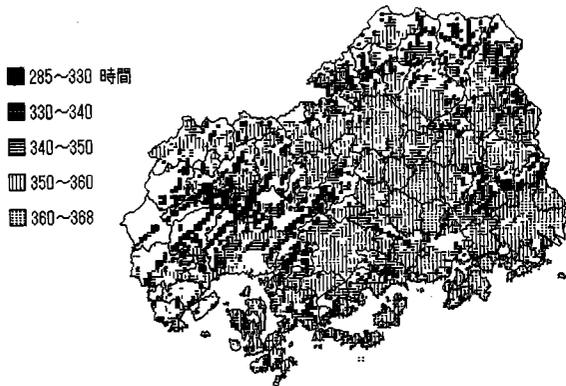
観測点	標準誤差(%)	観測点	標準誤差(%)
高野	3.5	東広島	1.8
三次	2.3	福山	3.2
庄原	1.0	佐伯	7.3
大朝	2.6	広島	3.7
油木	7.8	竹原	1.1
加計	3.4	因島	9.5
可部	2.9	大竹	5.1
世羅	1.6	呉	1.6
府中	2.8	久比	13.0



第3図 月別透過率



第4図 9月の可照時間（メッシュ平均標高）



第5図 9月の可照時間（農耕地平均標高）

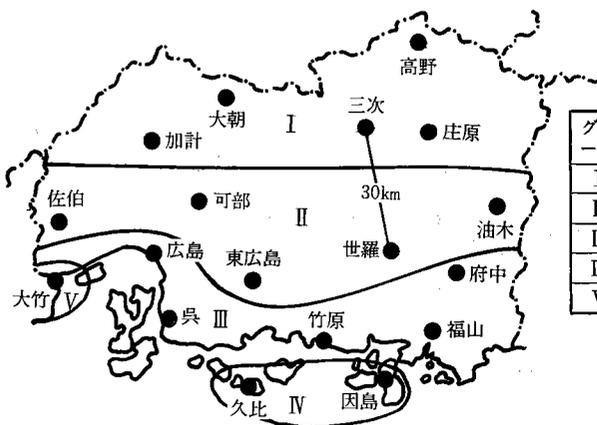
を第1表に標準誤差/実測平均値(%)で示した。油木・佐伯・因島・久比は実際の可照時間が計算値より短く、これは1kmメッシュ内の山の影響によるものであることが地形図から読み取れた。このようにごく近くの遮蔽物が影響を及ぼす場合は誤差が大きくなるが、それ以外の場合は誤差はほぼ5%以内であり、本法による地形を考慮した可照時間の推定は実用可能であると考えられた。

第4図にメッシュ平均標高で計算した場合、第5図に農耕地平均標高で計算した場合の9月の可照時間月間合計値の分布を示した。県西部及び北部の山間地を中心に可照時間の短い地域が分布した。農耕地標高で計算した場合、最も数値の幅の大きい10月では、可照時間の最長のメッシュと最短のメッシュで日当たり3時間程度の差があった。

2. 日照時間のメッシュ化の推定精度

予備的調査として、県内観測点の日照率について主成分分析及各地点間の相関係数の調査を行った。これにより観測点を5つのグループに類別し、第6図に示した。主成分1は大きさを表し、主成分2は北部の降雪地域(I)と南部の瀬戸内地域(II~V)に分ける成分と考えられた。冬季には日照率が南部>北部であるのに対し、夏季には南部と北部であまり差がないかむしろ南部<北部の場合が多かった。各観測点について、他の3点のデータを使用して補間を行った場合の残差が小さくなる組合せを調べた。その結果、同一グループか隣接のグループの地点を使用する場合残差が小さくなる傾向が認められ、推定を行う場合、特に南北方向についてはあまり遠くの観測点を使用すべきでないことが示唆された。なお、図中に示したように三

次と世羅間がほぼ30kmである。第2表に、領域の半径と観測地点数の関係を示した。半径を30kmとすると、95.5%のメッシュで4地点以上を使用することになる。これらのことから、内挿する領域の半径を30kmとし、第7図に領域内の観測地点数の分布図を示した。



グループ	因子負荷量の平均値	
	主成分1	主成分2
I	0.781	0.501
II	0.918	-0.060
III	0.902	-0.221
IV	0.926	-0.086
V	0.792	-0.445

第6図 日照率によるアメダス観測点の類別

日照時間のメッシュ化の推定精度を、ある観測点を除いたデータでそのメッシュを推定した場合の残差で

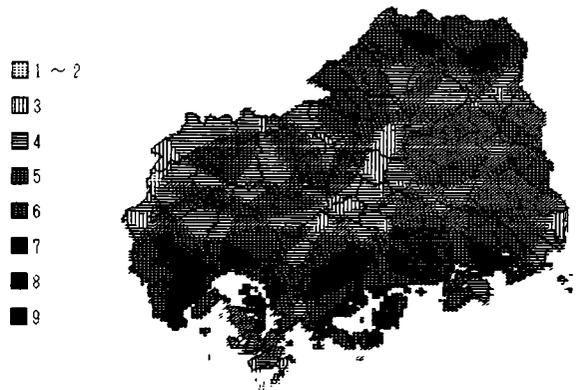
検討した。第8図にその結果を標準誤差(%)で示した。月別平年値の場合は、県内18点・12ヶ月全体での標準誤差は7.1%であった。しかし、実際には、残差の検討のために推定目標とした点の観測データも使用されるので、これより誤差は小さくなると考えられる。月別に各地点についての|残差|/実測値を調査すると、中央値は2.5%から6.6%の間にあるが、1・6・7月は20%以上の極端に大きな数値が含まれており、これが標準誤差を引き上げていた。特に、推定する地点のデータがその付近の極大値や極小値となっている場合は誤差が大きかった。このようなケースを除くため、推定する地点のデータが推定に使用したデータの最大値と最小値の平均値を中心として50%以内に入っている場合を選んでみると、標準誤差は3.5%となった。観測値のないメッシュの数値を推定しようとする場合、そこが周囲の観測値に対し極大値あるいは極小値となる確率がどの程度であるかは不明であるが、実際の推定誤差は7.1%より小さく3.5%に近いか両者の間であると考えられる。

また、任意年のデータをメッシュ化する場合の精度を調べるため、1979~1985年の日別値を使用して、日別・半旬別・旬別・月別について残差を計算した。期間が半旬別よりも短くなると推定精度が落ち、半旬以下の短期間の日照時間のメッシュ化は精度の面で問題があることが示唆された。時期的には、4・5月及び10月に誤差が小さく、6・7月に大きかった(第8図)。

3. 日射量の推定精度

本研究で得られた日射量の推定式は、氷高²⁾が福山・大田・山口のデータを使って求めた中国地方共通の推定式とよく一致している。この他、南中時の太陽高度と積雪指数を使った式²⁾も検討したが、精度に大きな差が無かったこと、及び積雪指数を各メッシュについて求めることが困難であることから採用しなかった。また、時別の日照率を使って日射量を推定する式も検討したが、日別の場合に比べてよいとはいえなかった。日照率と日射量とは質の異なるデータであり、特に短期間では両者の数値が変動傾向が一致しない場合が認められ、精度の高い推定が難しいことがうかがわれた。

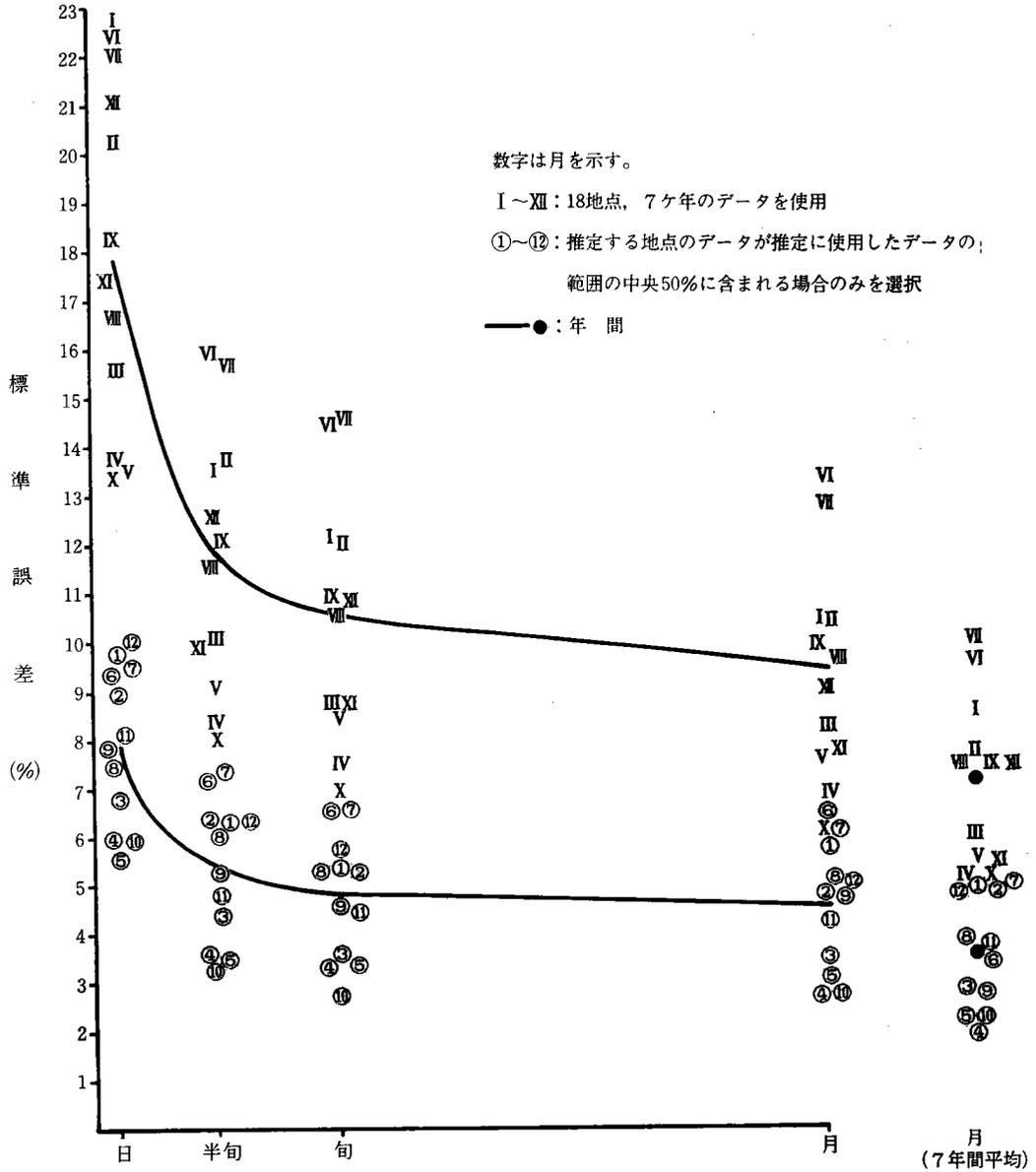
第3表に(5)式で推定した日射量を実測値と比較した場



第7図 メッシュ化に際し使用する観測地点数の分布

第2表 領域の半径とアメダス観測地点数の関係

観測 地点数	20km	25km	30km	35km	40km
	メッシュ数(%)	メッシュ数(%)	メッシュ数(%)	メッシュ数(%)	メッシュ数(%)
0	179 (2.1)	2 (0.02)			
1	1318 (15.2)	98 (1.1)	1 (0.01)		
2	3305 (38.0)	1016 (11.7)	46 (0.5)		
3	2926 (33.6)	2587 (29.8)	344 (4.0)	3 (0.03)	
4	889 (10.2)	3063 (35.2)	1839 (21.2)	97 (1.1)	3 (0.03)
5	73 (0.8)	1562 (18.0)	3037 (34.9)	793 (9.1)	186 (2.1)
6		358 (4.1)	2160 (24.9)	1970 (22.7)	218 (2.5)
7		4 (0.05)	1175 (13.5)	3241 (37.3)	1032 (11.9)
8			76 (0.9)	1725 (19.9)	2134 (24.6)
9			12 (0.1)	715 (8.2)	2450 (28.2)
10以上				146 (1.7)	2667 (30.7)



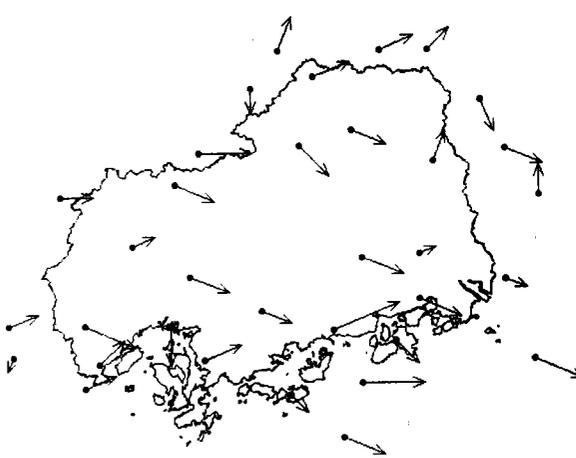
第8図 日照時間メッシュ化の推定精度

1988年6月1—30日 10—15時 最多風向



第9図 6月【の卓越風

1988年11月1—30日 10—15時 最多風向



第10図 11月の卓越風

合の標準誤差を期間別に示した。この結果は、標準誤差5%程度を許容誤差とすれば、本方法による日射量の推定精度が1か月程度の期間以上の積算あるいは平均値であれば実用可能であることを示している。

4. メッシュ分布図の作成

メッシュ平均標高と農耕地平均標高について、各月の地形を考慮した日照時間、日照時間平年値、平均日射量平年値、晴天日の日射量(毎月15日)のメッシュ分布図を作成した(付図1~3)。計算結果はフロッピーディスクへ記録し、パソコンで「広島県メッシュ分布図作成プログラム⁴⁾」により表示し、プリントした。

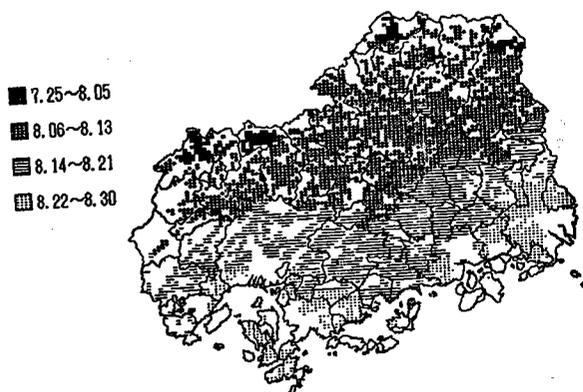
日照時間の分布は、冬季に北部で少なく南部で多いという傾向が認められ、降水量の分布⁶⁾と逆であった。春季と秋季は数値の幅が小さく、夏季は広島・呉地域及び福山東部で多く、世羅及び佐伯地域で少ない傾向があった。アメダス風向・風速データにより昼間の卓越風を調査し、1988年6月と11月の例を第9・10図に示した。冬季は県下一様に北西の風が吹く日が多いが、夏季は複雑な地形により中部台地が収束域になり雲が多い状況になっていることがうかがえる。このことが日照時間分布に影響を与えていると考えられた。松本¹⁰⁾は降水量のメッシュデータに関して、暖候期は局所性の降水現象が比較的多く寒候期は広島県全体が一様な気象現象に支配されることが多いと述べているが、日照に関しても同様のことが考えられる。

5. 水稲登熟期間の日照時間分布

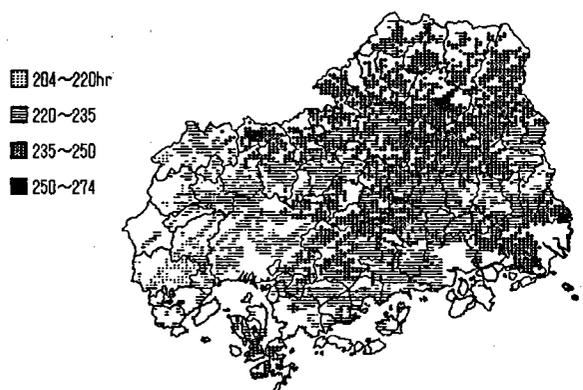
水稲の収量は単位面積当りの稈数が確保されていれば、登熟期の天候で決定される¹¹⁾。登熟期間の天候と

第3表 期間別日射量の推定精度

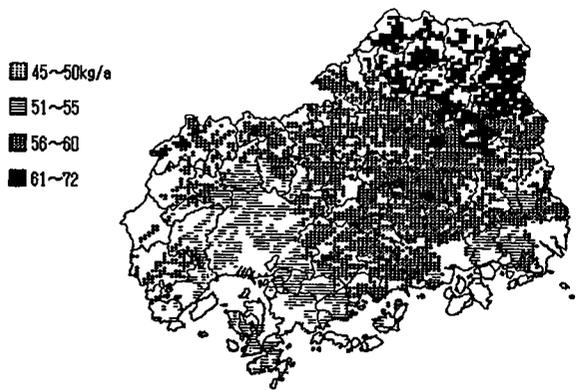
地点	標準誤差 (%)				サンプル数			
	日別	半旬別	旬別	月別	日別	半旬別	旬別	月別
米子	11.62	6.27	5.34	4.43	2,465	486	243	81
浜田	12.81	9.00	8.37	7.92	2,549	503	251	84
下関	11.48	7.16	6.49	5.83	1,822	360	180	60
広島	11.69	7.52	6.82	6.23	2,550	504	251	81
松山	10.43	5.39	4.16	3.02	2,554	503	251	84
全体	11.61	7.13	6.34	5.65	11,940	2,356	1,176	393



第11図 水稻出穂期 (1983~1988年の平均)



第12図 出穂後40日間の日照時間 (平年)



第13図 水稻精玄米重 (1983~1988年の平均)

収量の関係についての研究がいくつか発表されているが、いずれも適温であれば日照(または日射)が多いほど収量は増大するとしている^{14,19)}。第11図は、広島県における水稻生育予測調査事業で1983年~1988年に調査した水稻出穂期の地点別平均値115個を用いて、距離重みづけ法により水田のある県内全メッシュの平年出穂期を推定したものである。第12図は、これを起算日として40日間の日照時間平年値を積算した分布図である。南部地域は北部地域に比べ出穂期が遅く、登熟期間の日照時間が少ない。第13図に収量として精玄米重、第14図に品質として検査等級を、出穂期と同様にして作成した分布図で示した。気温条件等の詳細な検討も必要であるが、県西部あるいは南部地域の低収量・低品質の一因として登熟期間の日照時間が少ないことがあげられる。なお、日射量の分布は日照時間分布とほぼ同じ傾向であったので省略する。また、水稻生育調査による出穂期~成熟期の日数の平均値は約44日で地帯による差はなかった。

第15図は気温平年値により各メッシュの出穂適期を求め¹⁴⁾、この日から40日間の日照時間を積算したものである。県中東部の標高300~400mの地域では、気温条件から計算した出穂適期よりも実際には遅く出穂しているため、出穂期を早めることにより登熟期間の日照時間が増加して増収が期待できると考えられる。県南部や三次盆地等、気温が比較的高い地域では、気温から計算された好適出穂期より実際の出穂期の方が早い、出穂期を遅らせたとしてもむしろ日照時間が減少すると考えられる。

これは作期の検討への利用の一例であるが、日照時間メッシュ化データはすでに整備されている他のメッシュデータと共に、適地判定や生育予測等種々の分野での利用が期待される。また、一定期間の積算値であれば任意年のメッシュ化が可能であるので、生育調査や収量調査の行われた場所の気象条件を推定して両者の関係を解析し、生育予測や栽培管理指導へ役立てることができる。

結 語

本研究では1979年から1985年の7年間の観測値を使用した、この間の平均値を平年値とするには問題がある。本来ならば気象官署等30年間以上観測を行っている観測所のデータを使って平年係数を算出し、平年値を求めるべきである。しかしながら、1979年に開始したアメダス観測所のデータは太陽電池式(旧)日

照計観測値であるのに対し、それ以前の観測値はジョルダン式日照計によるものである。また、気象官署については1985年12月から順次回転式日照計になり、アメダス観測所についても1986年から新太陽電池式へ移行している。気象庁から新旧日照計間の補正方法も発表されているが、この補正及び平年化に伴う誤差が問題を複雑にすることを避けるため、7年間の観測値のみで検討した。今後観測データが蓄積されれば平年値の更新を行うべきである。

日照時間のメッシュ化の精度については、アメダス観測点以外の点での実測値が得られないので、検証が困難である。距離を使った内挿という推定手法の性格上、観測点と観測点の間に存在する極値は推定され難い。このため局地的な気象現象の起きやすい6・7月での推定誤差が大きくなったと考えられる。推定誤差は期間が短いほど大きくなるが、10日程度以上の積算値であれば誤差は期間によってあまり変化しないと考えられた。また、日射量の推定式については、月間程度以上の期間について実用可能と考えられた。本研究で示した方法を利用するにあたっては、このデータの積算期間の点に注意を払う必要がある。

メッシュ気候値を農業上利用してゆくためには、平年値のみならずリアルタイムのメッシュ化が必要であり、しかも計算時間が短く、結果の表示や判定・予測等の作業への連続的利用がスムーズにできることが望ましい。本県ではすでに気温についてのメッシュデータ利用ソフトが開発されているので、日照・日射量についても比較的容易に利用システムに組み込むことができる。

本研究では、日照データのメッシュ化の一手法について検討し、実用性を見いだした。近年全国的に、メッシュ気候値に関しては推定手法や利用法についての研究が盛んに行われている。今後は、これらの研究に期待し注目しながら、広島県のメッシュ気候値利用システムを整備・充実し、常に改良してゆかねばならないと考える。

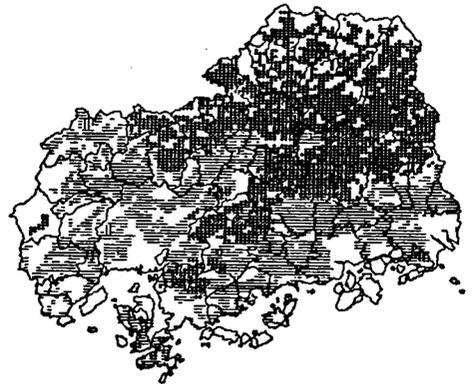
摘 要

作物生産にとって重要な環境要因である日照時間及び日射量のメッシュデータを作成し利用するシステムを構築した。

1. メッシュ平均標高を用いて周辺地形による遮蔽効果を計算し、各メッシュの地形条件を考慮した可照時間を求めた。

2. 観測データから地形の影響のない日照時間を算出

■ 1.0~1.5
■ 1.6~2.0
■ 2.1~2.7



第14図 水稲検査等級 (1983~1988年の平均)

■ 208~220hr
■ 220~235
■ 235~250
■ 250~275



第15図 気温からみた出穂適期以後40日間の日照時間 (平年)

し、距離重みづけ法によってメッシュ化した。その後各メッシュについて地形による遮蔽を考慮した日照を求めた。推定誤差は期間が短くなるほど大きくなり、半月以下の推定では特に大きくなった。

3. 日照率から日射量を求める式を作成した。1か月程度の期間以上であれば、実用可能と考えられた。

4. メッシュ平均標高と農耕地平均標高について、各月の「地形を考慮した可照時間」、「日照時間平年値」、「平均日射量平年値」、毎月15日の「晴天日日射量」のメッシュ分布図を作成した。

5. 日照メッシュデータ利用のためのプログラム群を作成した。水稲の登熟期間の日照時間のメッシュ分布図を作成し、収量及び品質の地域性との関連性を示すことができた。

謝 辞

本研究は主として、筆者の一人(上原)が農水省依頼

研究員として農業環境技術研究所において研修を受けた期間中に進めたものであり、同所気象管理科の方々には大変お世話になった。地形及び気象情報は農林水産試験研究計算センターの国土数値情報データベース及び気象情報データベースを利用した。ここに記して深く感謝の意を表する。

引用文献

- 1) 房尾一宏・河野富香・森 康明・上原由子：1984. 広島県メッシュ気候図の利用に関する研究 第2報 1 km²メッシュ最高・最低気温の推定. 広島農試報告48：123—134.
- 2) 原田昭彦・房尾一宏・上本 哲：1989. 広島県における土壌図情報システム化に関する研究 第1報 土壌図情報メッシュ化. 広島農試報告52：117—124.
- 3) ———・上原由子：1989. ————. 第2報 図式情報のパーソナルコンピュータシステム. 広島農試報告52：125—133.
- 4) ———・———：1988. 広島県メッシュ分布図作成プログラム (DRW). 農林水産試験研究におけるソフトウェア開発・利用研究会講演要旨集. 72—73.
- 5) 氷高信雄：1985. 中国地方における日射気候. 中国農試報A33：1—140.
- 6) 広島県・気象庁：1982. 広島県メッシュ気候図. 地図編. 39. 資料編. 261.
- 7) 河野富香・森 康明・房尾一宏・上原由子：1984. 広島県メッシュ気候図の利用に関する研究 第1報 農耕地を対象とした気温補正と日別変換による利用. 広島農試報告48：113—122.
- 8) 栗原弘一・村上律雄：1982. 広島県メッシュ気候(i) 1 km²メッシュ平均気温の推定. 研究時報34(1)：17—28.
- 9) 正務 章・篠木誓一・桂 幸一：1988. 日射エネルギー資源のメッシュデータ作成——任意未観測点における月別日射エネルギーの算定式の作成と応用——. グリーンエナジー計画成果シリーズI系. No.8 自然エネルギー資源量の推定法. 30—40.
- 10) 松本 茂：1985. 気候値メッシュファイル(降水量)作成調査の報告. 測候時報52(6)：357—378.
- 11) 森 康明・河野富香・房尾一宏：1985. 広島県メッシュ気候図の利用に関する研究 第5報 任意地点における特定年の日別気温推定. 広島農試報告49：87—98.
- 12) ———・———・———・鳥生久嘉：1987. ————. 第8報 水稻の出穂期及び成熟期の推定とその利用. 広島農試報告50：11—24.
- 13) 日本気象協会：1982. 太陽エネルギーシステムの研究(気象調査). 昭和56年度サンシャイン計画委託調査研究 成果報告書. 124.
- 14) 西山岩雄：1985. イネの収量と登熟期の光合成有効放射量との比例関係について. 日作紀54(1)：8—14.
- 15) 岡山県：1988. 岡山県メッシュ気候図. 地図編. 51. 資料編. 345.
- 16) 清野 裕・内嶋善兵衛：1985. 複雑地形地(阿蘇カルデラ)における太陽放射資源量の評価. 農業気象41(3)：247—255.
- 17) ———：1988. 太陽エネルギーの気候学的計算法. 柴田和雄・内嶋善兵衛編. 日本分光学会測定法シリーズ15 太陽エネルギーの分布と測定. 学会出版センター. 127—144.
- 18) 坪井八十二：1986. 気象と農業生産. 養賢堂. 259.
- 19) 内島立郎・羽生寿郎：1967. 本邦における水稻の気候登熟量示数の地域性について. 農業気象22(4)：137—142.
- 20) 吉田作松：1970. 日照率におよぼす地形地物の影響を補正する方法. 天気17(2)：63—68.
- 21) 吉田作松・篠木誓一：1978. 日本における月平均全日射量およびその年々の変動度マップの作成. 天気25(5)：375—389.

Studies on Application of the Mesh Climatic Charts
of Hiroshima Prefecture

10. Estimation of 1km grid value of sunshine duration

Yuko UEHARA, Hiroshi SEINO and Akihiko HARADA

Summary

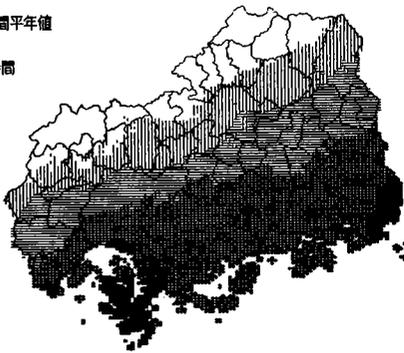
An interpolation method was developed to estimate the 1km grid values of sunshine duration and solar radiation in Hiroshima Prefecture from the data observed at the AMeDAS stations distributed with a mean distance of about 21km. In the first step the influence of shading by the surroundings was removed from the average sunshine duration observed at the AMeDAS stations, and the duration without the influence of shading was estimated by the distance weighting interpolation in each grid. These values were converted to the values with the influence of shading by using the elevation data in the surrounding grids of National Land Numerical Information. Equation(5), which related sunshine duration to solar radiation, was derived to draw the solar radiation map. As an example of the application of our method, we drew the sunshine duration map for ripening period of rice plants and discussed their most suitable heading time taking into consideration the annual course of air temperature.

Key words : grid map, climatic map, sunshine duration, solar radiation

付 図 1

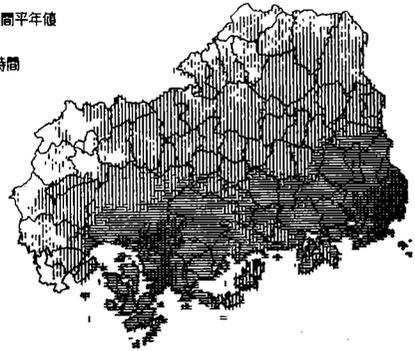
1月 日照時間平年値

- 97~120 時間
- ▨ 120~140
- ▩ 140~160
- 160~180
- 180~193



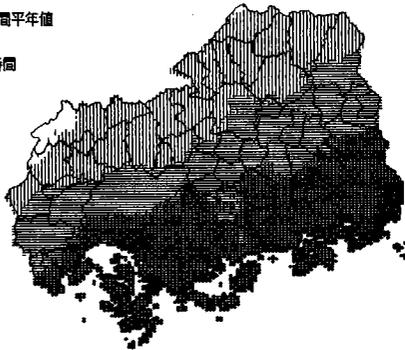
4月 日照時間平年値

- 183~195 時間
- ▨ 195~205
- ▩ 205~215
- 215~228



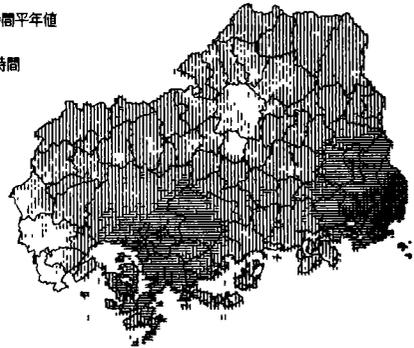
2月 日照時間平年値

- 103~110 時間
- ▨ 110~130
- ▩ 130~150
- 150~170
- 170~178



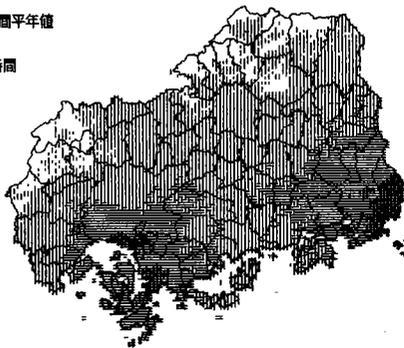
5月 日照時間平年値

- 220~230 時間
- ▨ 230~240
- ▩ 240~250
- 250~264



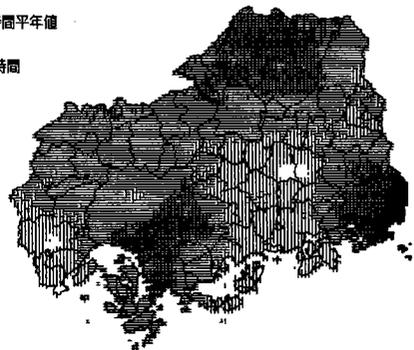
3月 日照時間平年値

- 160~170 時間
- ▨ 170~180
- ▩ 180~190
- 190~201



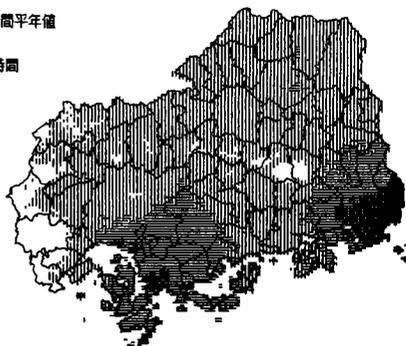
6月 日照時間平年値

- 135~150 時間
- ▨ 150~160
- ▩ 160~170
- 170~180
- 180~196



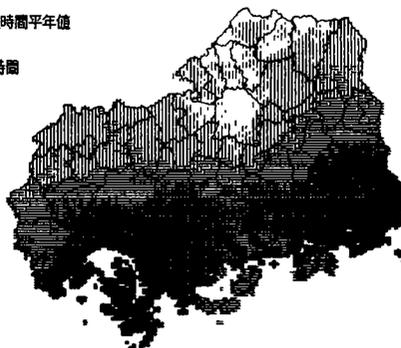
7月 日照時間平年値

- 150~170 時間
- ▨ 170~185
- ▩ 185~200
- 200~215
- 215~223



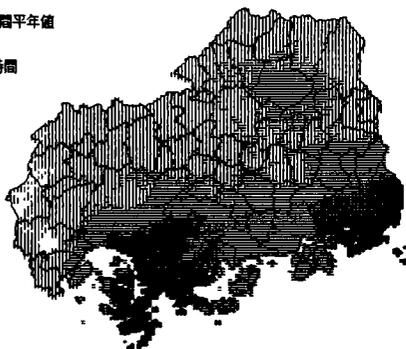
10月 日照時間平年値

- 171~180 時間
- ▨ 180~190
- ▩ 190~200
- 200~210
- 210~226



8月 日照時間平年値

- 188~200 時間
- ▨ 200~215
- ▩ 215~230
- 230~245
- 245~254



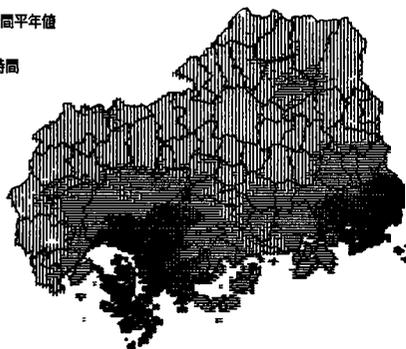
11月 日照時間平年値

- 121~130 時間
- ▨ 130~145
- ▩ 145~180
- 160~175
- 175~186



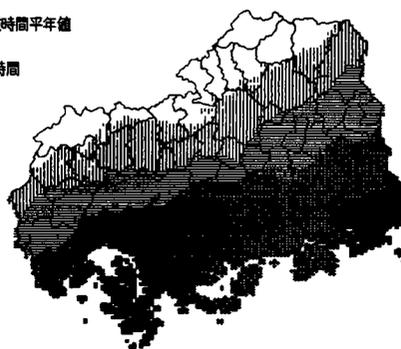
9月 日照時間平年値

- 156~160 時間
- ▨ 160~170
- ▩ 170~180
- 180~190
- 190~202



12月 日照時間平年値

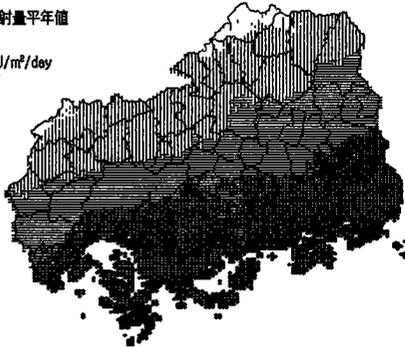
- 91~110 時間
- ▨ 110~130
- ▩ 130~150
- 150~170
- 170~185



付 図 2

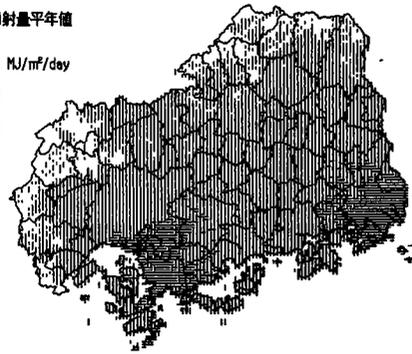
1月 平均日射量平年値

- 5.7~6.0 MJ/m²/day
- ▨ 6.1~7.0
- ▩ 7.1~8.0
- ▧ 8.1~9.0
- 9.1~9.2



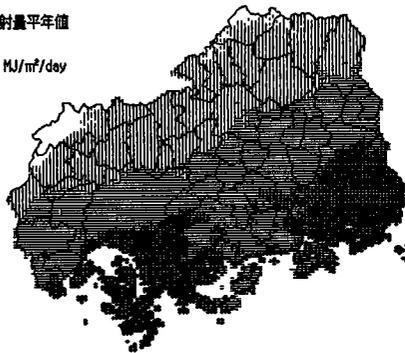
4月 平均日射量平年値

- 14.5~15.0 MJ/m²/day
- ▨ 15.1~16.0
- ▩ 16.1~16.9



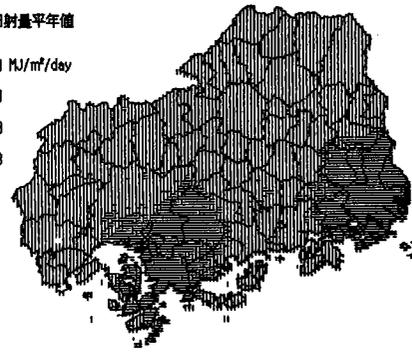
2月 平均日射量平年値

- 7.7~8.0 MJ/m²/day
- ▨ 8.1~9.0
- ▩ 9.1~10.0
- 10.1~11.1



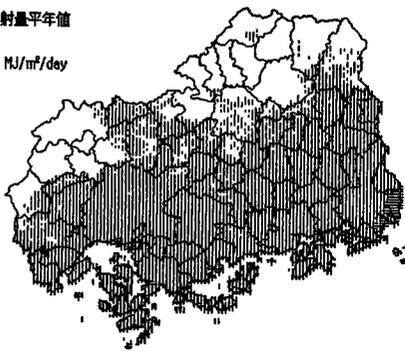
5月 平均日射量平年値

- 16.7~17.0 MJ/m²/day
- ▨ 17.1~18.0
- ▩ 18.1~19.0
- 19.1~19.3



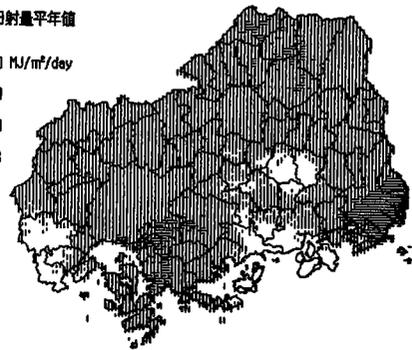
3月 平均日射量平年値

- 11.4~12.0 MJ/m²/day
- ▨ 12.1~13.0
- ▩ 13.1~13.4



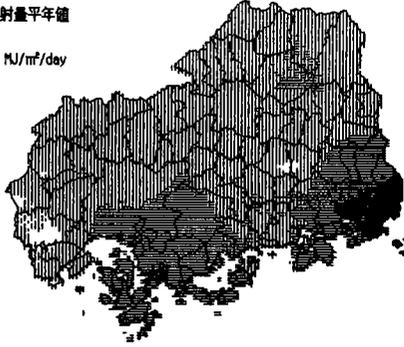
6月 平均日射量平年値

- 12.9~14.0 MJ/m²/day
- ▨ 14.1~15.0
- ▩ 15.1~16.0
- 16.1~16.3



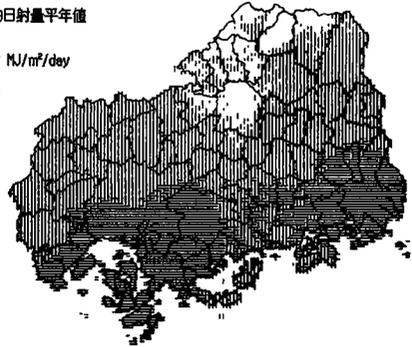
7月 平均日射量年値

- 13.3~14.0 MJ/m²/day
- ▨ 14.1~15.0
- ▩ 15.1~16.0
- 16.1~17.2



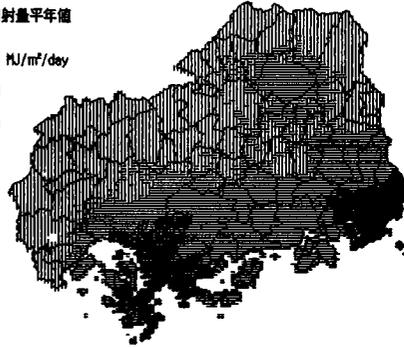
10月 平均日射量年値

- 10.6~11.0 MJ/m²/day
- ▨ 11.1~12.0
- ▩ 12.1~13.1



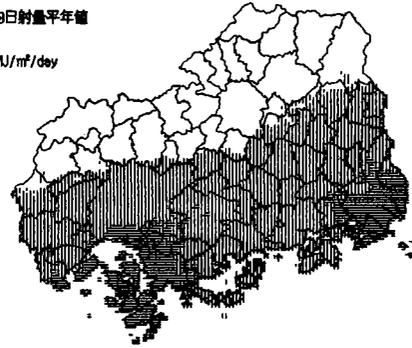
8月 平均日射量年値

- 14.7~15.0 MJ/m²/day
- ▨ 15.1~16.0
- ▩ 16.1~17.0
- 17.1~18.1



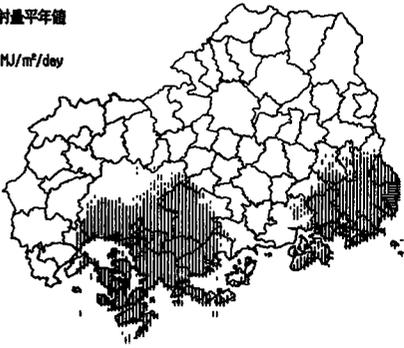
11月 平均日射量年値

- 7.0~8.0 MJ/m²/day
- ▨ 8.1~9.0
- ▩ 9.1~9.7



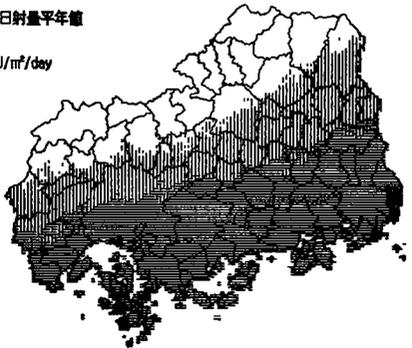
9月 平均日射量年値

- 12.0~13.0 MJ/m²/day
- ▨ 13.1~14.0
- ▩ 14.1~14.4



12月 平均日射量年値

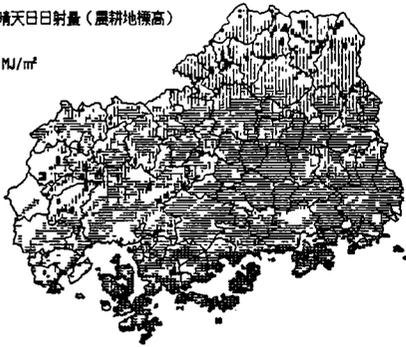
- 5.1~6.0 MJ/m²/day
- ▨ 6.1~7.0
- ▩ 7.1~8.0
- 8.1~8.3



付 図 3

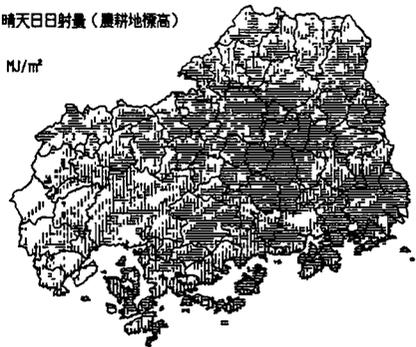
1月15日 晴天日日射量(農耕地標高)

- 10.8~12.1 MJ/m²
- ▨ 12.2~12.3
- ▩ 12.4~12.5
- ▧ 12.6~12.7



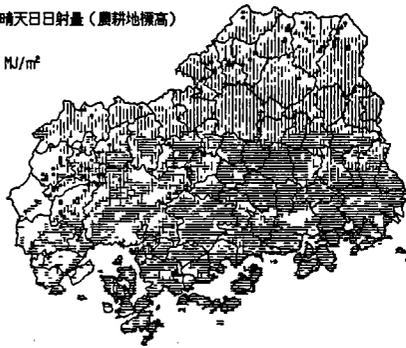
7月15日 晴天日日射量(農耕地標高)

- 26.8~27.5 MJ/m²
- ▨ 27.6~27.7
- ▩ 27.8



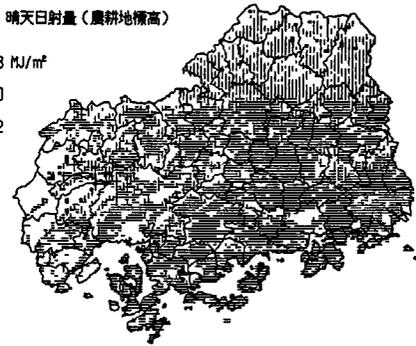
3月15日 晴天日日射量(農耕地標高)

- 19.8~20.9 MJ/m²
- ▨ 21.0~21.1
- ▩ 21.2~21.3



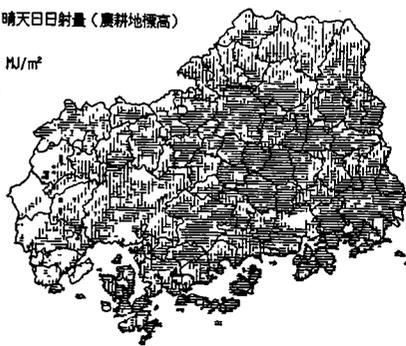
9月15日 晴天日日射量(農耕地標高)

- 20.8~21.8 MJ/m²
- ▨ 21.9~22.0
- ▩ 22.1~22.2



5月15日 晴天日日射量(農耕地標高)

- 27.3~28.1 MJ/m²
- ▨ 28.2~28.3
- ▩ 28.4



11月15日 晴天日日射量(農耕地標高)

- 12.2~13.4 MJ/m²
- ▨ 13.5~13.6
- ▩ 13.7~13.8
- ▧ 13.9~14.0

