

# 広島県メッシュ気候図の利用に関する研究

## 第9報 県内観測地点における最高・最低気温の欠測値推定

上原 由子・原田 昭彦

キーワード：メッシュ気候図，気温推定

1982年広島県メッシュ気候図<sup>3)</sup>が発刊されたが、これに収録された気温に関するデータは月及び年平均気温のみであった。その後データ整備が進められ、既にいくつかの成果が報告されている。まず、河野ら<sup>4)</sup>による日別平均気温の推定及び農耕地標高に対する補正と、房尾ら<sup>5)</sup>による最高・最低気温の平年値及び標準偏差が追加された。さらに、森らにより観測地点における平均気温の欠測値補正<sup>7)</sup>及び任意地点における特定年の日別平均気温推定システム<sup>8)</sup>が開発され、水稻の生育予測や異常気象時の気温分布状況把握等に利用されている。しかし、農作物の生育障害や施設園芸における温度管理にとって重要である特定日の最高・最低気温の推定法はまだ確立されていない。著者の一人上原は、平均気温平年値から害虫の発育経過を推定するシステムについて報告<sup>10)</sup>し、より精度の高い推定をするためには平均気温のみでなく任意の年の最高・最低気温が必要なことを指摘した。

本研究では、平均気温の推定において用いられた平年差を利用する方法<sup>7)</sup>を、最高・最低気温に適用するにあたり、推定誤差を最小にするための補正項を導入することを検討した。また、計算処理の単純化と時間短縮を図るため、平年差の地理的傾斜の評価のための計算サブルーチンを改良した。これにより、平均気温に比べると変動の大きい最高・最低気温に対しても、平年差を利用して観測地点の欠測値を推定することが可能となった。また、任意地点(1km<sup>2</sup>メッシュ)の気温推定をするための参照地点選出方法についても検討し、一定の法則性を見出したので併せて報告する。

### 使用した気象資料及び方法

#### 1. 気温観測値

##### 1) 県内観測地点におけるデータ

県内に分布する気象庁による地域気象観測網(アメダ

ス)観測所18地点に農業試験場を加えた19地点(第1図、第1表)の日最高・最低・平均気温を使用した。データの範囲はアメダス開始の1979年から1985年とし、1982年までは「病害虫発生予察事業」において作成された気象累積マスター<sup>4)</sup>から、その後は「広島県農業気象速報(広島県・広島地方気象台)」から得たデータである。いずれのデータも、気象データファイルとしてフロッピーディスクに記録されているものである。

##### 2) 県外観測地点におけるデータ

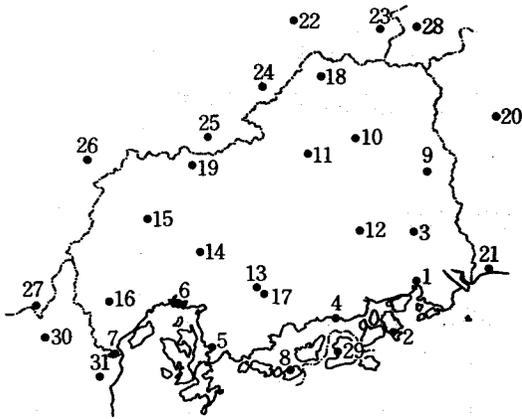
広島県周辺の12か所(第1図、第1表)で観測された1980, '81, '83, '85年の4月から9月までの日最高・最低・平均気温を使用した。これは、「防除要否予測技術導入事業」において日本気象協会より購入したアメダス毎正時データを編集し、作成した「県外気象データファイル」から取り出したデータである。

なお、県内県外いずれの場合も、日最高気温と日最低気温の平均値を日平均気温とした。

#### 2. 気温平年値

県内観測地点における平年値は、「メッシュ最高気温ファイル」、「メッシュ最低気温ファイル」<sup>1)</sup>及び「メッシュ気候図原簿マスター」<sup>5)</sup>のデータを使用した。使用にあたっては、各観測所の存在するメッシュの日最高・最低・平均気温月別平年値を、観測場所の標高で補正した後、調和解析<sup>9)</sup>により365日の日別平年値に展開した。従って、ここで用いる平年値は、気象庁により発表された平年値とは若干のずれがある。

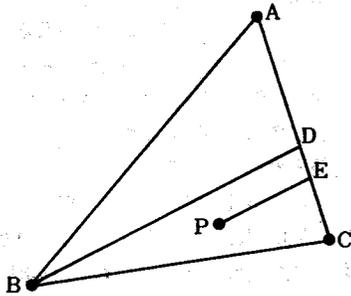
県外観測地点における平年値は、岡山、松江、鳥取、松山、下関各地方気象台より入手した各地点の最高・最低・平均気温の1979~'83年の5年間の月別平均値を使用した。使用にあたっては、最寄りの県内観測地点の1979~'83年の平均値とメッシュ気温ファイルによる平年値との差により月ごとに補正を行った後、日別値に展



第1図 気象観測所配置図

第1表 気象観測所名

県内			県外	
1 福山	11 三次		<岡山県>	<鳥取県>
2 因島	12 世羅		20 新見	28 日南
3 府中	13 八本松 (農試)		21 笠岡	<愛媛県>
4 竹原			<島根県>	29 大三島
5 呉	14 可部		22 掛合	<山口県>
6 広島	15 加計		23 横田	30 広瀬
7 大竹	16 佐伯		24 赤名	31 岩国
8 久比	17 東広島		25 瑞穂	
9 油木	18 高野		26 弥栄	
10 庄原	19 大朝		27 六日市	



第2図 地理的比例法の考え方

- 注) ① AC上のBの値に相当する点Dを比例分配により求める。(BDを年平均差の等温線とみなす)
- ② Pを通る年平均差の等温線もBDに平行であると考え、その平行線とACとの交点をEとし、E点の値を比例分配により求めると、これはP点の年平均差に相当する。

開した。

### 3. 気温年平均差

観測値から年平均値を差し引いた値を年平均差とした。推定した年平均差に年平均値を加えることにより、推定気温を算出した。

なお、観測値が欠測の場合は、年平均差にそれとわかる数値(999.)を仮に入れておき、以後の計算においては除外して検討を行った。

### 4. 計算処理

気象資料の準備及び解析には、広島農試のミニコンピ

ュータ NEC MS-120<sup>2)</sup> を使用し、プログラミングは FORTRAN 2 によった。

ある地点における気温年平均差を、他の場所における気温年平均差から推定する方法として、単回帰式による方法と地理的比例法<sup>7)</sup>の2法を検討した。地理的比例法の計算は、西内の方法<sup>9)</sup>を準用した。その考え方を第2図に示した。たとえば、点A・B・Cにおける年平均差をそれぞれa・b・cとする。まず、線分AC上にAD:CD=(a-b):(c-b)となるような点Dをとる。次に点Pより線分BDに平行な直線を引き、それと線分ACとの交点をEとする。点Pにおける年平均差Pを点Eにおける年平均差と等しいとみなし、AC:EC=(a-c):(p-c)よりPの値を求める。

この計算のためのサブルーチンを作成した。これは、点A・点B・点Cの3観測地点から点Pの値を推定しようとするものである。点A・B・C及びPの座標をメッシュを単位としてそれぞれ(X(1), Y(1)), (X(2), Y(2)), (X(3), Y(3)), (X(4), Y(4))とし、それぞれの点を持つ年平均差A・B・Cから年平均差Pを求めるためのプログラムがYUK003(付表)である。

## 結 果

### 1. 単回帰による年平均差推定

県内19地点7年間の気温年平均差について、単回帰分析を行った。すなわち、観測地点間の全組合せについて、月ごとに単回帰式を作り、各地点の気温年平均差を他地点の気温年平均差より推定した。推定値と実測値との差の平

第2表 月別単回帰による平年差推定において残差平方が最小となる県内参照地点

推定地点	最 高 気 温				最 低 気 温				平 均 気 温			
	参照地点	残差平方*	寄与率%**		参照地点	残差平方	寄与率%		参照地点	残差平方	寄与率%	
			最大	最小			最大	最小			最大	最小
福山	因島	0.85	90.7	86.8	府中	0.54	95.4	83.2	府中	0.48	94.3	86.4
因島	久比	0.67	94.3	78.9	福山	1.07	90.1	71.0	福山	0.49	92.7	86.6
府中	東広島	0.81	92.9	88.9	福山	0.54	95.4	83.2	世羅	0.41	94.3	88.5
竹原	因島	0.50	96.9	78.5	呉	0.83	89.8	65.2	因島	0.41	93.7	81.5
呉	広島	0.70	93.8	79.3	広島	0.52	93.3	87.3	広島	0.38	96.2	86.1
広島	呉	0.75	93.7	79.3	可部	0.43	96.3	77.4	呉	0.39	96.2	86.1
大竹	広島	2.20	93.9	39.0	可部	1.73	92.5	22.3	広島	1.54	95.3	31.9
久比	因島	0.83	94.3	78.9	呉	0.98	90.3	68.2	呉	0.47	95.1	84.9
油木	世羅	0.64	95.8	86.5	世羅	1.06	86.2	82.3	世羅	0.50	96.1	83.9
庄原	三次	0.42	97.5	95.1	三次	0.58	96.3	82.8	三次	0.27	97.4	91.6
三次	庄原	0.41	97.5	94.2	庄原	0.50	96.1	82.8	庄原	0.26	97.4	91.6
世羅	油木	0.65	95.8	86.5	府中	0.72	95.1	83.9	東広島	0.43	95.9	87.1
八本松	東広島	0.67	96.6	90.9	東広島	2.02	88.8	71.0	東広島	0.63	94.5	85.8
可部	加計	0.84	93.7	87.7	広島	0.50	96.3	77.4	加計	0.43	94.9	87.1
加計	可部	1.04	93.8	87.7	可部	0.80	92.9	78.2	可部	0.46	94.9	87.1
佐伯	可部	1.03	93.1	81.6	可部	1.09	93.1	72.3	東広島	0.61	93.7	82.5
東広島	八本松	0.62	96.6	90.9	世羅	0.84	94.7	77.8	世羅	0.41	95.9	87.1
高野	大朝	0.97	95.5	85.9	大朝	1.58	93.1	76.0	大朝	0.66	92.5	83.0
大朝	高野	0.90	95.5	85.9	加計	1.38	93.9	80.4	高野	0.60	92.5	83.0

\* 7年間の残差平方和をサンプル数で除した、1日当りの残差平方

\*\* 寄与率が最大の月及び最小の月の数値

第3表 最高気温平年差の単回帰分析結果  
(Y:竹原, X:因島)

月	組数	回 帰 式	1日当残差平方	寄与率
1	205	$Y=0.973X-0.780$	0.205	96.9%
2	196	$Y=0.931X-0.149$	0.260	96.3
3	217	$Y=0.796X-1.078$	0.437	91.2
4	210	$Y=0.803X-1.552$	0.800	82.7
5	216	$Y=0.699X-2.009$	0.729	80.0
6	210	$Y=0.668X-1.988$	0.614	78.5
7	217	$Y=0.677X-2.510$	0.696	78.9
8	216	$Y=0.802X-1.887$	1.134	76.4
9	207	$Y=0.773X-1.083$	0.439	89.0
10	216	$Y=0.912X-0.632$	0.198	94.8
11	206	$Y=0.953X-0.553$	0.220	96.4
12	216	$Y=0.983X-0.114$	0.310	95.9
年間	2,532	$Y=0.840X-1.174$	0.924	82.8

方和をサンプル数で除して、1日当りの残差平方とし、この値が最小となる参照地点の寄与率を第2表に示した。なお、いずれの回帰式も1%水準で有意であった。

最高及び最低気温の残差平方は平均気温のそれに比べ大きな値となった。すなわち、最高・最低気温は平均気温の場合より推定精度が劣った。地点ごとに残差平方をみると、各気温要素ともほとんどの地点で1.0以下であったが、大竹における各気温、八本松と高野における最低気温では1.5以上となった。

また、各地点の寄与率には月により差が認められた。例として、竹原の最高気温を目的変数に、因島の最高気温を説明変数とした場合の月別回帰分析の結果を第3表に示した。冬期における竹原の最高気温の平年差は近接観測地点である因島の値によってよく説明できたが、夏期における推定では寄与率が小さくなった。

このように、気温平年差は単回帰式によりある程度推定できるが、場所や月によっては大きな誤差を生じる場合があることがわかった。

2. 地理的比例法による平年差推定

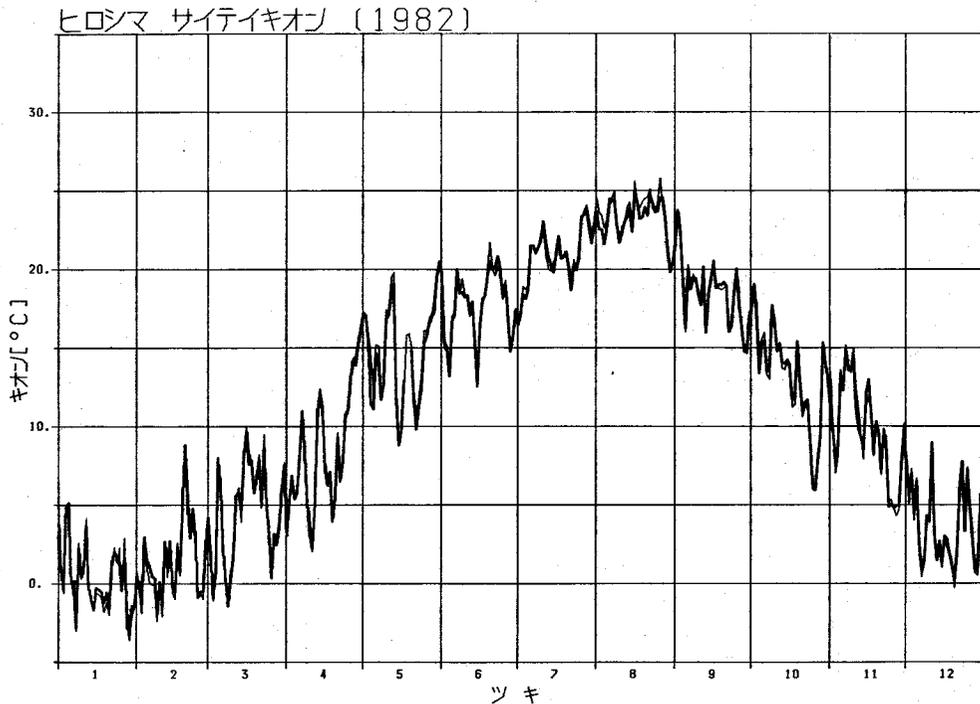
1) 欠測値推定のための最適参照地点の選択

欠測値を推定するために参照する3観測地点を選び出すため、1日当り残差平方を指標として検討した。県内19観測地点の内1か所を推定地点Pとし、他の任意の3観測地点を参照地点A・B・Cとして、全ての組合せについて地理的比例法による推定値と実測値との残差を計算した。計算は7年間毎日のデータ(A・B・C・Pの内一つでも欠測がある場合は除く)について行った。残差の合計は0でなく、地点の組合せによっては大きくプラスまたはマイナス側に偏る場合が認められた。これを解消するため、残差の合計

第4表 欠測値推定のため最良と考えられる県内参照地点

推定地点	最高気温			最低気温			平均気温			
	参照地点			参照地点			参照地点			
	1日当り残差平方 補正後	1日当り残差平方 補正前	補正項	1日当り残差平方 補正後	1日当り残差平方 補正前	補正項	1日当り残差平方 補正後	1日当り残差平方 補正前	補正項	
福山	因島・府中・加計	0.73	0.76	-0.17	0.63	0.68	-0.21	0.40	0.43	-0.16
因島	福山・竹原・高野	0.70	0.73	-0.16	1.01	1.02	-0.10	0.48	0.55	0.27
府中	福山・油木・世羅	0.71	0.80	-0.30	0.57	0.60	0.57	0.37	0.38	-0.07
竹原	因島・呉・久比	0.88	1.95	1.03	1.11	2.09	-0.99	0.75	0.78	0.18
呉	因島・久比・庄原	0.68	0.81	0.36	0.49	0.52	0.17	0.33	0.41	0.27
大竹	呉・大竹・可部	0.67	1.04	-0.61	0.30	0.30	0.08	0.27	0.35	-0.29
大久保	広島・佐伯・高野	2.38	2.38	0.03	1.88	1.90	-0.13	1.61	1.69	0.29
油木	因島・呉・高野	1.23	1.25	-0.15	1.09	1.39	0.55	0.66	0.66	-0.05
庄原	庄原・世羅・加計	0.77	0.81	0.19	1.13	1.30	0.42	0.57	0.73	0.40
三原	呉・油木・三次	0.40	0.40	-0.03	0.48	0.49	0.10	0.26	0.26	0.00
次郎	庄原・加計・高野	0.35	0.36	0.04	0.52	0.52	-0.04	0.24	0.24	-0.04
世羅	府中・油木・東広島	0.47	0.53	-0.25	0.57	0.63	0.25	0.29	0.38	-0.31
八本松	府中・佐伯・東広島	0.75	2.06	-1.15	2.08	2.08	-0.32	0.59	0.99	-0.63
可部	広島・世羅・加計	0.54	0.73	0.43	0.30	0.52	-0.48	0.21	0.21	-0.00
加佐	油木・可部・大朝	0.93	0.93	0.00	0.66	1.55	0.94	0.41	0.54	0.37
佐伯	福山・呉・加計	1.02	1.11	0.31	1.49	1.49	0.29	0.78	0.91	0.36
東広島	久比・世羅・佐伯	0.53	0.53	0.04	0.79	0.80	-0.07	0.29	0.29	-0.01
高野	久比・油木・大朝	1.24	1.24	-0.05	1.67	1.68	0.08	0.83	0.86	0.17
大朝	因島・佐伯・高野	0.76	0.84	-0.27	0.97	0.97	-0.08	0.48	0.54	-0.25





第3図 広島最低気温推定値と実測値の比較  
(参照地点：呉・油木・可部，補正項0.08)

— 実測値  
- - 推定値

第7表 最も近い3地点を参照した年平均推定

推定地点	参照地点	1日当り残差平方		
		最高気温	最低気温	平均気温
福山	府中・因島・笠岡	0.73	0.65	0.39
因島	福山・大三島・竹原	4.98	1.35	2.06
府中	福山・世羅・油木	0.82	0.57	0.43
竹原	大三島・因島・久比	626.71	210.19	200.27
呉	広島・東広島・久比	1.11	0.91	0.60
広島	呉・可部・佐伯	1.26	0.71	0.66
大竹	岩国・佐伯・広瀬	0.64	0.46	0.35
久比	大三島・竹原・東広島	10.31	5.37	4.15
油木	府中・庄原・世羅	2.07	3.04	1.83
庄原	三次・高野・油木	0.57	0.60	0.39
三次	庄原・高野・赤名	1.03	2.04	0.82
世羅	府中・福山・油木	66.66	64.20	44.75
八本松	東広島・可部・呉	1.43	2.07	1.10
可部	広島・加計・東広島	0.70	1.90	0.51
加計	可部・大朝・弥栄	1.62	1.41	0.77
佐伯	大竹・広島・六日市	0.90	1.66	0.77
東広島	呉・竹原・可部	3.03	1.95	0.73
高野	赤名・掛合・庄原	1.08	1.19	0.57
大朝	瑞穂・加計・可部	0.32	0.66	0.30

上したことがわかる。特に、大竹と高野において精度向上が著しかった。

第3図には、年平均から算出される最低気温（年平均＋年平均差）と実測値の比較を示した。

なお、サンプル数が多い（7年間の場合約2,500、4か年4～9月の場合約730）ので、1日当り残差平方はほぼ残差分散に一致し、その平方根をとれば1日当りの誤差を示すと同時に、標準誤差とみなすこともできる。

2) 任意メッシュにおける年平均推定への適用

欠測値の推定において用いた地理的比例法を、任意メッシュにおける年平均の推定へ適用できるかどうかの可能性を検討した。この場合、各メッシュについての参照地点の選定方法が問題となってくる。そこで、一定の参照地点選定方法に従って各観測地点の気温推定を行い、その推定精度によって選定方法を検討した。

この場合、前述の補正項を任意のメッシュについて設定することが困難であるので、補正は行わなかった。なお、利用場面において他のアメダスデータと同時に同質のデータを入手できない恐れのある八本松（農試）は、参照地点から除外した。また、県外観測地点も参照地点候補としたので、4か年4～9月のデータで検討した。

参照地点を選ぶ方法として最も近い3観測地点を使用

した場合（第7表）、竹原、久比及び世羅のように推定地点Pが参照地点の作る三角形ABCの外に大きく離れているときには、1日当り残差平方が大きくなった。また、他の組合せについても検討した結果、最高気温の場合竹原を参照すると精度が落ちる傾向があった。

そこで、参照地点を選び出すための条件を次のように設定して推定を試みた。

- ①線分 AP, BP, CP ができるだけ小さくなるようにする。
- ②点Pが三角形 ABC の外に大きく離れない条件として各三角形の面積の間に次式が成立すること。  

$$(\triangle ABP + \triangle BCP + \triangle ACP) < 1.2 \times \triangle ABC$$
- ③県外の参照地点までの距離が22メッシュ以上の場合、県内の地点で②を満たす三角形を作ることができればそちらを使用。
- ④竹原及び八本松は参照地点としない。

条件①で右辺の係数を1.0とすれば点PがABCに囲まれるが、それを満足する3点が存在しない場合があるので1.2とした。

以上の条件を満足する地点を参照して各観測地点の気温を推定し、近接3地点を参照した場合と異なる結果が得られたものを第8表に示した。上記4条件を用いた平年差の推定精度は、近接3地点による場合よりも著しく向上した。なお、1985年のみ千屋・高梁（岡山県）、多度津（香川県）、今治（愛媛県）の気温データが入手できたので、これらの4観測地点も加えて1985年単年について検討した。その結果、久比については上記条件による参照地点は大三島・今治・呉となり、久比はこの3地

点の作る三角形内に入り、推定精度は大三島・呉・庄原の場合に比べ向上した。

広島県内の任意の地点（メッシュ）に対して上記4条件を満たす3観測地点を探し出すためのサブルーチンを作成し、地理的比例法による推定サブルーチン（YUK003）と併用することによって任意の日の気温分布図を作成することを試みた。その結果、4地点参照による平均気温推定システム<sup>8)</sup>によって作成した分布図に比べ大きな矛盾はなかった。しかし、今治と岩国を結んだ線よりも外側にあたる倉橋町南部については、隣接地域に比べ気温が低く推定される傾向があった。また、局地的に低温が認められるような場合、その低温区域が直線的に周囲と区分される傾向が若干認められた。

### 考 察

森らは、県内気象観測地点の1976年から1983年の日平均気温のデータを用いて、3参照地点から欠測値を推定する手法として平年差を利用する方法、気温減率を0.6℃として算出する海面温度を利用する方法、栗原ら<sup>6)</sup>による気温減率から算出する海面温度を利用する方法の3法を検討し、平年差を利用する方法の精度が高かったとしている<sup>7)</sup>。また、任意地点における平均気温の推定法として、4か所の観測地点を参照し、平年差を距離比例によって全メッシュに分配する方法を提案した<sup>8)</sup>。そして、この方法は、1観測地点を参照して標高差補正または平年差補正によって推定する方法よりも精度が高いとしている。さらに、県境近くの推定、最高・最低気温及び時間気温の推定が残された問題として挙げられている。

本報告では、3参照地点の平年差から欠測値を推定する手法の推定精度を高めるために、誤差補正項を導入することを検討した。また、県境近くの推定精度を高めるために、県外観測地点のデータを加えることも検討した。

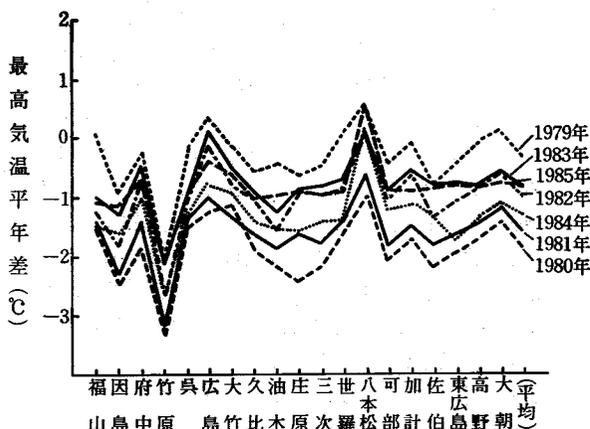
精度の検討のための一つの基準として、月別に毎日の平年差について単回帰分析を行い、1地点のみを参照した場合の最も精度が高い場所の組合せを得た。毎日の平年差は各観測地点間で非常に相関が高いが、推定精度が最も高い参照地点として選ばれたのは、比較的距離が近い所、あるいは沿岸島しょ部または内陸・県北等の同一地域内に存在する観測所であるという傾向が認められた。このことは、複数地点のデータを参照して平年差を推定する場合にも、参照地点として近接観測地点を含む必要があることを示唆している。

県外観測地点をも利用した3地点参照地理的比例法により、竹原の最高気温以外については、単回帰式による

第8表 条件①～④による地点を参照した平年差推定

推 定 地 点	参 照 地 点	1日当り残差平方		
		最高 気温	最低 気温	平均 気温
因 島	福山・大三島・大朝	0.63	0.58	0.43
竹 原	大三島・因島・東広島	5.05	1.89	1.23
呉	広島・久比・大竹	0.84	0.67	0.40
大 竹	岩国・佐伯・広島	0.48	0.21	0.20
久 比	大三島・呉・庄原	2.21	0.82	0.64
油 木	府中・庄原・新見	0.63	1.90	0.93
三 次	庄原・世羅・大朝	0.40	0.77	0.25
世 羅	府中・油木・東広島	0.54	0.71	0.40
加 計	大朝・佐伯・東広島	0.91	0.79	0.54
東広島	呉・可部・世羅	0.70	0.95	0.31

注) 福山, 府中, 広島, 油木, 庄原, 八本松, 可部, 佐伯, 高野を推定地点とした場合は第7表と同じ



第4図 県内観測地点における最高気温平年差の年平均値

推定法と同程度かそれ以上の精度で、推定が可能であった。第4図に県内観測地点における最高気温平年差の各年の年平均値を示したが、竹原が他地点に比べかなり低めに経過していることがわかる。竹原における最高気温は、むしろ因島のみを参照して単回帰によって得られた推定式を使用して推定の方がよいとも考えられる。また、参照地点として竹原を用いることは避けた方がよい。ただし、任意メッシュの気温推定の場合は、竹原に極く近いメッシュについては竹原を参照すべきであろう。

全般に、最高気温及び最低気温の推定精度は、平均気温に比べて低いが、欠測値推定の場合は補正項によって精度を向上させることができた。この補正項は、平年差の傾斜が必ずしも距離に比例的でなく、等温線の間隔が一樣ではないことを示していると考えられるが、その法則性を解明することはできなかった。今後、補正項の修正・更新が必要になった場合、有望な参照地点候補はすでにわかっているので、新たに蓄積されたデータをも加えて補正項を再計算することは容易である。

任意メッシュの最高・最低気温推定に地理的比例法を適用したところ、ある程度の可能性を見出した。その推定精度については、各観測地点の気温平年差をそれ以外の観測地点のデータで推定した場合の残差(第8表)が参考になる。観測地点に囲まれた任意のメッシュの気温を推定しようとする場合、そのメッシュから観測地点までの距離は観測地点間の距離より短く、第8表に示した精度よりも良くなるのが推察できるが、それを確認することはできない。推定地点を取り囲む3参照地点を得られない場合は精度が低くなるが、県南西部の岩国・今治を結ぶ線の外側がこれにあたる。また、隣接メッシュにおいても参照地点が異なるため、推定気温に段差が

できる恐れもある。これらの問題を解決するために、4観測地点を参照する方法<sup>9)</sup>や地形因子を加味した方法等有効と考えられる手法を将来検討してゆく必要がある。

当場では、1985年より「防除要否予測技術導入事業」により、4月から9月までは県内及び近隣の県外観測所のアメダスデータをパソコンによってオンライン受信・自動入力しており、気温データを迅速に入手できる体制になっている。また、県内のデータは「農業気象速報」により、年間を通じて旬毎に約1週間遅れて得ることができる。第6表に示した参照地点と補正項により4月から9月の半年間は欠測値推定が可能であり、積算温度の計算、シミュレーションモデルへのあてはめ等への利用が可能である。残りの半年間は、現在のところ県外観測データを入手する体制になっていないので、精度は落ちるが県内観測データのみを用いて推定せざるを得ない。

## 摘 要

地理的比例法を日最高・最低・平均気温の平年差に適用し、気温の欠測値推定及び任意メッシュにおける推定の方法を検討した。

1. 地理的比例法による推定計算のために、簡単に呼び出し、短時間に計算のできるサブルーチンを作成した。
2. 気温の欠測値を推定するために参照する最も推定精度の高い3地点を、県内19観測地点について得た。残差の合計が0になるように補正項を設定し、県境に近い場所については県外観測地点をも参照することにより精度が向上した。その精度は、月別に算出した単回帰式によるものと同程度かそれ以上であった。
3. 任意のメッシュにおける気温を推定するため、参照する3観測地点を決定するための一定の条件を設けた。

## 謝 辞

本研究を進めるにあたり、当場作物部森康明部長、並びに病害虫部中沢啓一郎長には有益な御助言をいただき、また校閲の労をとっていただいた。ここに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 km<sup>2</sup>メッシュ最高・最低気温の推定. 広島農試報告48:

123—134.

2) ———— : 1985.

第6報 1  
 $1 \text{ km}^2$ メッシュ最高・最低気温の標準偏差の推定. 広島農  
 試報告49 : 99—108.

3) 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.

4) 河野富香・藤原多見夫・木村義典・細川節男・池  
 田 均 : 1975. 病虫害発生予察事業における電子計算機  
 利用方法 第2報 既存データのファイル化. 広島農試  
 報告36 : 49—56.

5) ————・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.

6) 栗原弘一・村上律雄 : 1982. 広島県メッシュ気候  
 図(1)  $1 \text{ km}^2$ メッシュ平均気温の推定. 研究時報34(1) :

17—28.

7) 森 康明・河野富香・房尾一宏 : 1984. 広島県メ  
 ッシュ気候図の利用に関する研究 第3報 県内観測地  
 点における平均気温の欠測値補正. 広島農試報告 48 :  
 135—152.

8) ———— : 1985. ————  
 第5報 任意地点に  
 における特定年の日別平均気温推定. 広島農試報告49 : 87  
 —98.

9) 西内 光 : 1951. 気象観測の無い地点の平均気温  
 の推定法 ——地理的比例法——. 農業気象 6 (3, 4)  
 : 133—135.

10) 上原由子・中沢啓一・林 英明 : 1984. 広島県メ  
 ッシュ気候図の利用に関する研究 第4報 平均気温に  
 による害虫の発育経過と可能世代数の推定. 広島農試報告  
 48 : 149—156.

## Studies on Application of the Mesh Climatic Charts of Hiroshima Prefecture

### 9. Estimation of missing values of maximum and minimum temperatures at meteorological observatories in Hiroshima prefecture

Yuko UEHARA and Akihiko HARADA

#### Summary

The mesh climatic charts were made by cooperative work between Meteorological Agency and Agricultural Department of Hiroshima Prefecture in 1982. By the past work, the monthly maximum and minimum temperatures on each mesh in the normal year were stored on some diskettes.

In the present study, the authors devised a method to compute the daily temperature from the data of surrounding observatories, in order to make up the lost data at the observatories or estimate the temperatures at any points that have no observation.

A subroutine for the computer was made to calculate the deviation of temperature from the normal year using the data of 3 observatories and the distances to them. The best combination of the observatories to estimate the value of each observatory in the prefecture was selected.

By correcting the estimates to make the total of residual zero and using the observatories located outside the prefecture, the precision was improved. The precision was equivalent to or better than that of regression estimates.

A rule to select 3 observatories to use for estimation of the temperatures at any mesh was set up, and a subroutine according to it was made for the computer.

**Key words:** mesh climatic chart, estimation of temperature

## 付 表

```

1      SUBROUTINE YUK003(X,Y,A,B,C,P,IER)
2  C ***** ヒレノイアツニヨリ A,B,C カラ P ラ 出スル *****
3  C                                     Y.UEHARA
4  C      ( X(1)=X(2) ノ 場合 ) ERROR )
5      DIMENSION X(4),Y(4)
6      IER=0
7      IF(X(1).EQ.X(2))THEN
8          IER=1
9      ELSE
10     BEETA=(Y(1)-Y(2))/(X(1)-X(2))
11     IF(X(3).NE.X(2))THEN
12         GANMA=(Y(3)-Y(2))/(X(3)-X(2))
13         IF(BEETA.EQ.GANMA)IER=2
14     ELSE
15         IER=3
16     END IF
17     END IF
18     IF(IER.NE.0)GO TO 999
19     IF(A.NE.B)THEN
20         DY=(C-B)*(Y(1)-Y(2))/(A-B)+Y(2)
21         DX=(C-B)*(X(1)-X(2))/(A-B)+X(2)
22         IF(DX.NE.X(3))THEN
23             ALPHA=(DY-Y(3))/(DX-X(3))
24             IF(ALPHA.EQ.BEETA)THEN
25                 IER=4
26             ELSE
27                 EX=(ALPHA*X(4)-BEETA*X(2)-Y(4)+Y(2))/(ALPHA-BEETA)
28                 P=(A-B)*(EX-X(2))/(X(1)-X(2))+B
29             END IF
30         ELSE
31             P=(A-B)*(X(4)-X(2))/(X(1)-X(2))+B
32         END IF
33     ELSE
34         IF(A.NE.C)THEN
35             IF(X(4).NE.X(3))THEN
36                 ALPHA=(Y(4)-Y(3))/(X(4)-X(3))
37                 IF(ALPHA.EQ.BEETA)THEN
38                     IER=4
39                 ELSE
40                     EX=(ALPHA*X(4)-BEETA*X(2)-Y(4)+Y(2))/(ALPHA-BEETA)
41                     IF(EX.NE.X(3))THEN
42                         P=(A-C)*(X(4)-X(3))/(EX-X(3))+C
43                     ELSE
44                         P=(A-C)*(X(4)-X(3))/(X(2)-X(3))+C
45                     END IF
46                 END IF
47             ELSE
48                 EY=BEETA*(X(3)-X(1))+Y(1)
49                 IF(EY.NE.Y(3))THEN
50                     P=(A-C)*(Y(4)-Y(3))/(EY-Y(3))+C
51                 ELSE
52                     IF(Y(2).EQ.Y(3))THEN
53                         IER=4
54                     ELSE
55                         P=(A-C)*(Y(4)-Y(3))/(Y(2)-Y(3))+C
56                     END IF
57                 END IF
58             END IF
59         ELSE
60             P=A
61         END IF
62     END IF
63     999 RETURN
64     END

```