メッシュデータの農業環境研究への利用

清 野 豁*

The Utilization of gridcell data in Agro-Environmental Studies

Hiroshi SEINO*

I. はじめに

我が国は狭い国土ながら複雑な地形と気候分布をもっている。農業はそれらの自然条件に大きく影響される産業であるため、農業立地計画や農業技術の移転、また農業環境の把握のために地形・地質・気候条件の利用が欠かせない。昭和50年代から始まった「国土数値情報」の整備によって、国土に関する各種のデータが約1 km²のメッシュ単位の数値情報として利用できるようになった。そして、それを基礎データとしたメッシュ気候値が作成され、農業環境研究は新たな展開を迎えることになった。農業環境研究において最も利用されるメッシュデータは、標高、土地利用面積、土壌分類、メッシュ気候値等である。

とくに、メッシュ気候値は従来の等値線表示の気候図の概念を大きく変え、計算機で処理できるデータとして各県単位での整備が進み（例えば、広島県・気象庁 1982）、農業環境分野での利用が拡大している。農水省でも大型別枠研究「グリーンエナジー計画」の一環として、水力、風力、日射エネルギーのメッシュ気候値を作成し、現在その利用が進められている。

II. メッシュデータの農業気候資源の評価への利用

1) メッシュ地形情報を用いた日射環境の評価

我が国は狭い国土の割に地形が複雑であるため、気候は局地的に大きく変化している。とくに、傾斜地を利用した作物栽培の環境は、平地とはかなり異なったものとなっている。そのような複雑な地形条件下における日射環境（日照時間、日射量、純放射量など）を、国土数値情報の標高データを用いて評価する手法の研究が行われている（清野・内嶋 1985）。この手法を用いて評価された阿蘇カルデラの日射量と純放射量の分布と牧草の収量との関係が調べられ、両者の間に正の相関があることが見いだされた。上原ら（1989）は上記手法を用いて広島県における日照時間並びに日射量のメッシュ化を行い、水稻成熟期の地域差との関連を調べている。このような研究は山間傾斜地の農業立地計画に有効であり、山間傾斜地をかかえる四国地域でも研究が行われている（黒瀬 1989）。

2) 農業気候資源の評価

作物生産を左右する3大気候資源は太陽エネルギー、温度、水である。太陽エネルギーと温度との間には高い正の相関があるので、多くの場合、温度と水の供給の豊かさで農業気候資源量を評価する。両資源とも評価の基準となるのは、安定した高い生産を上げるための、そして最近では高品質の生産を上げるための作物の資源要求度である。メッシュ気候値は、こうした農業気候資源の評価にきわめて有効な資料となる。

メッシュ気候値は、月集計値（気温の場合は月平均値、降水量は月合計値）の平年値データである。このまま利用すれば月別値を用いた農業気候資源の評価を行なうことができる。また、気温のメッシュ気候値を調和解析法により日別値に変換すれば、気温の初日・終日・初終間日数などの季節の統計をはじめと

* 農林水産省農業環境技術研究所 * National Institute of Agro-Environmental Sciences

して、任意期間の積算値の統計などが可能となり、応用・利用範囲は飛躍的に拡大する。例えば、最低気温メッシュ気候値と霜害発生事例資料を用いて、霜害発生危険地域をメッシュ単位で推定することも可能である。さらには日別値から半月、旬の気温値も容易に得られる。

また気温については、メッシュ気候値と調和解析法ならびにアメダス実況値を用いて、特定年の気温データのメッシュ化を行なうことができる。調和解析法は気温の月別平年値を用いて日別平年値を計算するために気象庁が開発した手法である。調和解析法を用いて求められる日平均気温は、長期間の日平均気温の平均値にほぼ等しい値を与える。広島県における調査結果（河野ら 1984）では、調和解析法による日平均気温と日別平均気温の長期平均値との差は $0.2 \sim 0.3^{\circ}\text{C}$ の範囲にあり、日別平均気温の平年値として使用しても差し支えない。また、調和解析法は平均気温のみならず最高・最低気温についても適用できる。

メッシュ気候値と調和解析法ならびにアメダス実況値を用いて、特定年月日の気温データのメッシュ化を行なうことができる。気温のメッシュ化を行なう手法には、現在次の二通りの方法がある。

① 地形因子を用いた重回帰法

メッシュ気候値（平年値）を求める時と同様に、標高や開放度等の地形因子を説明変数として各メッシュの気温を推定する方法である。予め国土数値情報を用いて地形因子を用意し、重回帰式を求めておく必要がある。

② 平年差の距離重みづけ法

アメダス観測点の平年値との差（平年差）を求め、これを距離の逆数で重みづけを行い各メッシュの気温を推定する方法である。この方法の概略を示すと次の通りである。まず、各観測点における日平均気温の平年差を求める。この平年差を距離の逆数で重み付けし、対象メッシュにおける平年差を算出する。

$$d_0 = \sum_{j=1}^n \{(T_j - A_j) \cdot (1/R_j)\} / \sum (1/R_j)$$

ここで、 d_0 は対象メッシュの平年差、 T_j は j 番目のアメダス観測点の気温観測値、 A_j は j 番目のアメダス観測点の気温の平年値、 R_j は対象メッシュから j 番目のアメダス観測点までの距離である。次に、対象メッシュの日平均気温の平年値 (A_0) に上記平年差 (d_0) を加えて、対象メッシュにおける日平均気温とする。

従来、等値線を用いて作成されてきた農業気候資源の分布図は、最近ではメッシュ単位で作成されるようになってきている。著者らは植物の気候的生産力を評価する「筑後モデル」(Uchijima and Seino 1985) を作成し、農業気候資源の評価に利用している。このモデルから求められる純一次生産力は、気候の変化による生産力の変化を評価するには有効な手段となる。現在、筑後モデルを用いた日本の純一次生産力と農業気候資源の二次メッシュ分布図が作成されている(清野・内嶋 1988)。また、自然植生の純一次生産力の三次メッシュ分布図(清野 1989, 1990) 等も作成されている。

また、山田ら(1986a, b) は北陸地方の積雪分布を三次メッシュで行ない、オオムギの適地判定に利用している。

III. 作物の生育予測・収量予測への利用

1) 生育速度 (DVR) を用いた生育予測

作物の発育の進み方を表わす指標としては様々なものが用いられているが、堀江ら(1986) は水稻の発育段階を、出芽時に 0、出穂時に 1、そして成熟期に 2 の値をとる発育指数 (Developmental Index, DVI) なる連続指数で表わし、出芽後 n 日目の DVI は、その日までの毎日の発育速度 (Developmental Rate, DVR) を積分するという概念を提案した。堀江らは DVR を気温と日長の関数として与えているが、発育が主として感温性によって支配される場合には、気温のみの関数として十分高い精度の予測が可能

能であり、メッシュ気候値を用いて容易に生育分布を求めることができる。

田村ら（1989）は、この DVI の概念を利用して北海道十勝地域におけるトウモロコシの生育ステージ予測を三次メッシュ単位で行っている。その他、DVI の概念は各地で生育ステージ予測に利用され、作物の生育予測図の作成が行なわれている。

2) 温度変換日数による生育予測

温度変換日数（DVS、金野・杉原 1986）は自然界における生物活性と温度の関係を定量的に把握し、その指標化を図ったものである。これを用いて作物の生育ステージ別の感温特性を評価することができるので、生育期予測への適用が可能であり、メッシュ気候値の平均気温データを用いて果樹の開花期やサクラの開花期などの予測に用いられている（田村 1987、小野 1987）。

3) 作物の生産予測モデル

トウモロコシ畑での熱収支法による 個体群光合成の観測結果から青刈りトウモロコシの純一次生産力を推定するモデルが導かれた（桜谷 1989）。このモデルをもとに、桜谷（1989、1990）は畑地のバイオマス量（生物資源量）の三次メッシュ分布図を作成している。また、高見・菅谷（1989、1990）は水田バイオマス生産量の三次メッシュ分布図を作成している。これらの研究では、メッシュ気候値と標高・土地利用データが利用されている。

4) 水稻不稔歩合のメッシュ分布

メッシュ気候値を用いた作物の生長・生産予測の研究としては、矢島ら（1989）の水稻不稔歩合の分布推定がある。これは、水稻の低温感受性をモデル化し、冷害年のアメダス日平均気温をメッシュ気候値と標高データを利用してメッシュ化した気温データを処理して、水稻の不稔歩合の分布をメッシュ単位で求めたものである。メッシュから求めた不稔歩合の分布は作況調査から得られた分布とよく一致し、メッシュデータをを用いた水稻生育の広域的評価の可能性を示した。ここでは上記以外の数値情報として水田面積が使われている。

IV. 農耕地の適性評価・環境保全機能評価への利用

農水省で行なわれた各種土壌調査事業による土壌調査データは膨大な量におよび、ほぼ日本全国の農耕地をカバーするに至っている。最近、これらのデータのコンピュータによるシステム化が進み、それを用いた適地判定の研究が行なわれるようになった。加藤（1987）は、山梨県における土壌、地形、気象などを含めた自然条件からみたブドウの生育適地図を作成した。

作物の適配置を策定する上で必要となる地目毎の耕地の適性度を評価するため、普通畑の適性度分級基準を用いて広域に分布する普通畑の分級手法と基準の有効性が検討された（鳥越、1989）。使用されたメッシュの大きさは一片約 500m である。分級には 4 段階がとられ、一次評価には土壌、地形、気候、生産力の指標との自然因子が、二次評価には耕耘・地力発現・浸食防止の難易性と根圏・同化生産の制限性が、三次評価では耕作性と生育性が、そして四次評価として総合結果を判断した。分級結果と実態調査との比較から、総合評価の適性度の高い地帯ほど作付自由度が高い傾向が認められ、その有用性が確認された。

農業地域のもつ国土資源及び環境保全機能をより積極的に増強するための技術の開発とその適用性評価を行なうことは、自然と農業とが調和した地域の環境計画の策定に重要な情報を提供することができる。その一つの試みとして、土壌保全機能の中から土壌浸食（水食）防止機能が取り上げられ、農村の小地域単位を対象に、1/50 細分メッシュ（約 22.5m × 18.5m）を用いて、農地における土壌浸食発生の危険性を予察し、面的広がりとして地図上に表わされた土壌浸食予察図が作られ、土壌浸食防止技術の適用指針図が作成された。そして、対象地域内では潜在的な浸食の危険性がある農地が 69.7% を占めるが作付により 7.7% まで減少していること、現況土地利用では茶園、飼料畑で受食性の高い土壌が多く、土壌改良材、有機物等の施用、マルチが必要であること等が指摘された（徳留・松森 1988）。

農耕地に投入された窒素や燐などの肥料成分が流出し、環境に様々な影響を与えることが指摘されている。こうした窒素や燐の負荷発生可能性の分級図が1/10細分メッシュ（約112.5m×92.5m）で作成され、実測値との比較の結果この分級図の有効性が確かめられた。窒素の場合、負荷は林地<水田<畑・果樹園・桑園<居住地・畜舎の関係があり、畑・果樹園・桑園では傾斜・土壌によって変化することが見いだされた（松森・徳留 1987）。

V. 森林環境研究への利用

茨城県林業試験場では、1981～1983年の毎6月にマツの枯損状況をメッシュ単位（約500m）で把握し、壊滅的枯損とそうでないメッシュに区分し、それぞれのメッシュにおける年平均気温、湿量指数、年降水量、地形、土壌等の10種の環境要因と壊滅的枯損との関係を調べた。次に、壊滅的枯損となる条件の閾値を定め、その条件に適合するメッシュを抽出し、各環境要因毎に重ね合わせることでマツ林の壊滅地域の予測図を作成した（横堀 1986）。さらに、同様の手法でスギカミキリ被害発生危険度の分布図も作成され（横堀 1988）、茨城県全体の被害評価を行ない、防除対策に活用されている。

VI. あとがき

メッシュデータの農業環境への利用の一端を紹介した。メッシュデータ（数値情報）はコンピュータ処理が可能なデータとして農業分野でも注目を集め、その利用がはかられている。今後とも多くの研究が行なわれることと思われる。

文 献

- 加藤好武（1987）：山梨県におけるブドウ生育適地図の作成。土壌肥科学雑誌，**57**，447-455。
- 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化による利用。広島県農試報，**48**，113-122。
- 黒瀬義孝（1989）：国土数値情報を使用した複雑地形地域の日射条件の把握。日本農業気象学会第2回局地気象研究会要旨，27-32。
- 金野隆光・杉原 進（1986）：土壌生物活性への温度影響の指標化と土壌有機物分解への応用。農環研報，**1**，51-68。
- 堀江 武・中川博規・吉良智彦（1986）：イネの発育過程のモデル化と予測に関する研究。（1）発育動態の気象的予測モデルについて。日作記，**55**（別1），214-215。
- 広島県・気象庁（1982）：広島県メッシュ気候図。地図編，広島県・気象庁，pp. 39。
- 広島県・気象庁（1982）：広島県メッシュ気候図。資料編，広島県・気象庁，pp. 261。
- 松森堅治・徳留昭一（1987）：茨城県恋瀬川上流集水域におけるN，Pの流出負荷。2. N，P負荷発生可能性分級図の試作。日本土壌肥科学会講演要旨集 **33**，168。
- 小野祐幸（1987）：果樹の開花における感温特性評価。第1回研究会「地域農業資源の作物生態学的評価と利用」，76-89。
- 桜谷哲夫（1989）：九州における畑地のバイオマスメッシュ分布図。BCP-89-I-2-1，自然植生，水田，畑地における生物資源メッシュ分布図，農業環境技術研究所・北陸農業試験場・九州農業試験場，31-47。
- 桜谷哲夫（1990）：畑地におけるバイオマス資源のメッシュ分布図，BCP-90-I-2-1，生物資源メッシュ分布図（東日本），農業環境技術研究所・北陸農業試験場・九州農業試験場・森林総合研究所，21-30。
- 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**，247-255。
- 清野 裕・内嶋善兵衛（1988a）：日本における自然植生の純一次生産力のメッシュ分布図。BCP-I-2-2，農業環境技術研究所，pp. 121。
- 清野 裕（1989）：北海道における自然植生の純一次生産力のメッシュ分布図。BCP-89-I-2-1，自然植生，水田，畑地における生物資源メッシュ分布図，農業環境技術研究所・北陸農業試験場・九州農

- 業試験場, 1-19.
- 清野 裕 (1990): 自然植生の生物資源メッシュ分布図. 生物資源メッシュ分布図 (東日本) (BCP-90-I-2-1), 農業環境技術研究所・北陸農業試験場・九州農業試験場・森林総合研究所, 1-12.
- 清野 裕 (1990): 農業環境におけるメッシュデータと気象情報の利用 2.メッシュデータによる農業気候資源評価と作物生産への利用, 農業および園芸, **65**, 925-931.
- 高見晋一・菅谷 博 (1989): 北陸における水田の生物資源メッシュ分布図. BCP-89-I-2-1, 自然植生, 水田, 畑地における生物資源メッシュ分布図, 農業環境技術研究所・北陸農業試験場・九州農業試験場, 31-47.
- 高見晋一・菅谷 博 (1990): 水田における生物資源メッシュ分布図. 生物資源メッシュ分布図 (東日本) (BCP-90-I-2-1), 農業環境技術研究所・北陸農業試験場・九州農業試験場・森林総合研究所, 11-20.
- 田村良文 (1987): トウモロコシの生育ステージ別の感温特性評価. 第1回研究会「地域農業資源の作物生態学的評価と利用」, 90-103.
- 田村良文・清野 裕・門馬栄秀・小野祐幸・金野隆光 (1989): サイレージ用トウモロコシの发育ステージ予測と栽培適地判定図の作成. 農業研究センター研究報告, No. **17**, 55-81.
- 徳留昭一・松森堅治 (1988): 土壌浸食 (水食) 防止技術の適応性評価. 日本土壌肥料学会講演要旨集, **34**, 159.
- 鳥越洋一 (1989): 普通畑の適性度分級手順とその適用事例. 日作紀, **58**, 316-323.
- Uchijima, Z. and Seino, H. (1985): Agroclimatic Evaluation on of Net Primary Productivity in Natural Vegetation. (1) Chikugo Model for evaluating net primary productivity. 農業気象, **40**, 343-352.
- 上原由子・清野 裕 (広島県における日照時間及び日射量のメッシュ化について. 農業気象, **45**, 159-163.
- 矢島正晴・日塔明弘・清野 裕 (1989): 发育モデルを用いた水稲不稔歩合推定法. 日本農業気象学会1989年度大会講演要旨, 58-59.
- 山田一茂・岩切 敏 (1986a): 北陸地方における農業気候特性の評価と利用に関する研究. (1) 積雪日数データのメッシュ化とオオムギの栽培地帯区分へのその応用, 農業気象, **42**, 7-17.
- 山田一茂・岩切 敏 (1986b): 北陸地方における農業気候特性の評価と利用に関する研究. (2) メッシュ情報をを用いた最深積雪の推定と棚栽培果樹栽培地帯区分へのその応用, 農業気象, **42**, 103-112.
- 横堀 誠 (1986): 茨城県におけるマツ枯損発生の環境要因. 茨城県林試研報, No. **15**, 1-26.
- 横堀 誠 (1988): スギカミキリ被害の実態と被害発生危険度の推定. 茨城県林試研報, No. **17**, 1-77.

(1990年10月17日受理)