

広島県における土壌図情報のシステム化に関する研究

第1報 土壌図情報のメッシュ化

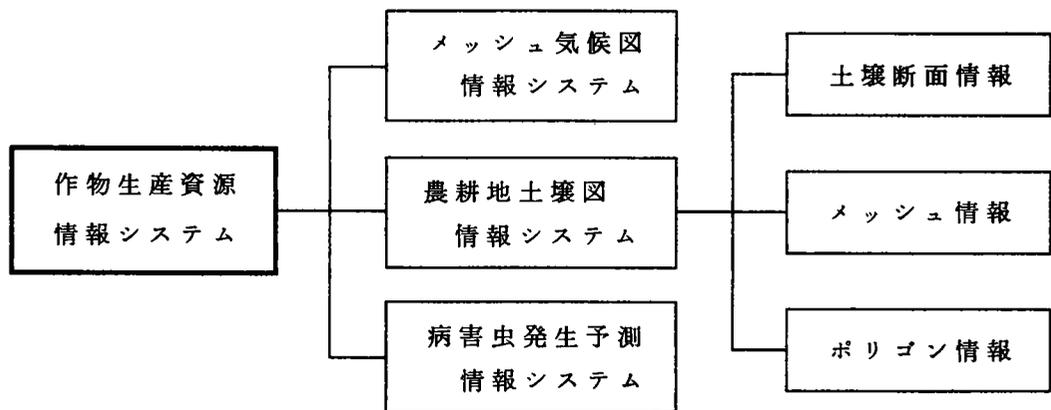
原田 昭彦・房尾 一宏・上本 哲

キーワード：土壌情報システム、土壌図データ、メッシュ分布

広島県は地形が複雑で農耕地の気象や土壌の地域差が大きく、作物生産の安定化を図るためには、それらの環境条件を的確に把握した上で生育との関係を明らかにし、地域に適した作物の選択、栽培管理を行う必要がある。第1図は広島県が進めている作物生産資源情報システムの模式図である。この図の気象条件については、1982年に日本で最初に刊行された「広島県メッシュ気候図」³⁾により詳細に把握できるようになり、その後の研究によって利活用コンピュータシステムが確立された^{7,8)}。病害虫発生予察情報も1974年より全国に先駆けて電算処理システムが導入され⁹⁾、予測モデルもいくつか作成されている^{6,9)}。しかし、土壌環境に関しては面的な連続性がないこと、分類基準の数値化が困難であることなどの理由により、電算処理の導入は遅れている。

そこで、著者らは農林水産省農蚕園芸局による土壌保全基本調査事業（1959～1978）で作成された生産力分級図や、この図を基に作成された広島県独自の「土壌管理

区分図」^{4,10)}の利活用場面を拡大することを目的に、これらの土壌断面情報、理化学分析情報、土壌図境界線情報などをコンピュータへ入力した。そして、必要に応じて他の環境要因と組み合わせて、農業生産振興、土地基盤整備、環境保全対策などに関するより高度な情報を引き出すことのできるシステム（HALSIS）の構築を試みている。HALSIS (Soil Information System for Alable Land in Hiroshima) は大きく分けると土壌断面情報、メッシュ情報、ポリゴン情報より成り立っている。土壌断面情報は点の情報であり、土壌調査の断面記載や理化学分析情報から成る。メッシュ情報は国土数値情報第3次メッシュの区分ごとに出現する土壌統の面積を記録したものである。ポリゴン情報は土壌図の境界をデジタル化した情報であり、土壌要因の面的な広がりを表示することができる。本報ではこのうち、メッシュ情報と断面情報から土壌要因別のメッシュ分布図を作成する手法を中心に報告する。



第1図 広島県における作物生産資源情報システムの模式図

0		05		10		15		20		80	
市町村 コード	図	行	列	土壌統 コード	方眼数	土壌統 コード	方眼数				
I3	I2	I2	I2	I3	F3.1	I3	F3.1				F3.1

第2図 土壌統別方眼数の入力フォーマット

使用機器と原データ

1. 使用機器

本研究で主として使用した計算機は、日本電気株式会社の32ビットスーパーミニコン MS120で、512KBの主記憶部と40MBの固定ディスクを備えたものである。その他の機器構成としては、コンソールディスプレイ（14インチ、モノクロ、80×20字/面）1基、ディスプレイターミナル（14インチ、モノクロ、80×20字/面）1基、グラフィックディスプレイ（14インチ、7色、720×512ドット、キャラクタ表示80×33字/面）1基、磁気テープ装置（9トラック、1600BPI）1基、フロッピーディスク装置（8インチ、1MB）2基、シリアルプリンタ（100字/秒、136字/行）1基、XYプロッタ（A3サイズ、10ペン、フラットベット型）1基などである。また使用した言語はFORTRANで、処理用プログラムの全てを著者らが独自に開発した。

2. 原データ

メッシュ化に用いた原土壌図は、地力保全基本調査²⁾を基にして作成された広島県土づくり推進対策図（5万分の1）⁴⁾である。広島県内の農耕地土壌を14の管理区に色分けし、さらに58種類の土壌統群記号を付したこの土壌図に、国土数値情報の地域第3次メッシュに相当する約1km²のメッシュ区画線を記入した。次に、一辺2mmの方眼紙を土壌図上に重ね、出現する土壌統群ごとの方眼数（小数点以下1位まで）をメッシュ単位に数えた。数えられた方眼数は第2図のデータフォーマットに示す80バイトカードイメージの形式で整理し、エディタを利用してコンピュータへ入力した。第2図の図、行及び列は広島県メッシュ気候図³⁾で用いられているメッシュコードであり、5万分の1地形図をベースにした本県固有のものである。図は5万分の1地形図単位に付けられた1～34の数値、行及び列は同地形図を縦横20分割したメッシュに付けられた1～20の数値である。なお、同一メ

ッシュ内に複数の市町村がある場合には原データも複数行入力した。

以上のようにして作成されたデータは土壌統群分類を表現するものであり、分類基準にない数値データ等は含まれていない。そこで、メッシュ土壌統群ファイルとは別に土壌断面情報や土壌分析情報もコンピュータへ入力することにし、地力保全基本調査事業の代表断面291点と土壌環境基礎調査-定点調査*の土壌断面360点、計651点のデータを入力した。入力項目は土壌管理情報や作物収量情報をも含め148項目であるが、欠測データの多いもの、土壌本来の性質と関連の薄いもの、同一土壌統群内での変動の大きいもの等があるため、実際にメッシュ土壌図上に表現できるものは40項目程度である。

なお、この断面情報は機会あるごとにデータを追加し、作物生育とそのときの環境条件との関連解析にも利用する予定である。

原データの加工処理

1. 土壌統群別面積ファイルの作成

前節の方法で作成された原データは方眼数であり、面積を表すものではない。また、元の土壌図は5万分の1であり、道路、宅地、水路等にも色が塗られているため、方眼数をそのまま面積に変換すると、実耕地面積と異なった値となる。

そのため、まず土壌統群ごとの方眼数を市町村別に集計し、集計結果と地力保全基本調査総合成績書²⁾の市町村別土壌統群面積から一方眼当たりの耕地面積（面積変換係数）を求めた。次に、この面積変換係数とメッシュ別方眼数からメッシュごとの土壌統群面積を計算し、第3図に示すようなレイアウトで相対編成ファイルを作成した。著者らはこのファイルを「メッシュ土壌統群マスター」と呼んでいる。

なお、広島県内のメッシュ数は8,690であるが、ここでは県内の地形図34枚×20行×20列=13,600メッシュ

*農林水産省農蚕園芸局による調査事業（1979～）

図	行	列	統 群 数	土 壌 統 群 コード							面 積							
				1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5	6	7	

レコードサイズ54B 相対編成ファイル

第3図 メッシュ土壌統マスターのレイアウト

(レコード)のファイルとし、ダイレクトに検索しようとする場合にも、レコード番号が容易に計算できるように設計した。

2. 土壌要因別のメッシュ化

広島県内に出現する45土壌統群に関するあらゆる情報を数値で表現するために、土壌断面情報や土壌分析情報651点の土壌統群別平均値を求めた。土色や土性などもコード化することによって平均値を求めた。土色は色相、明度、彩度ごとの平均値、土性は粘土含量の多い順に並べたコード番号の平均値とした。このようにして求めた平均値のファイルを「平均値マスター」と呼ぶことにする。平均値マスターは断面調査等のデータが蓄積されれば、数年に1回更新されるものである。

メッシュ単位の土壌の諸性質を数値表現するには、同一メッシュ内に出現する複数土壌統の平均的数値を用いた。平均値を求めるに当たっては、各土壌統群の面積に応じて重みを付けた加重平均とした。このメッシュ単位の数値は保存の対象とはせず、必要に応じてその都度計算することにした。

第4図は断面調査651地点の作土の陽イオン交換容量(CEC)をプロットしたものであるが、同一の凡例が入り組んで分かりにくい図である。第5図は同交換容量をメッシュ毎の土壌統群面積に応じて平均した数値で示した図である。このようにすると、県内の分布状況が分かりやすい図になる。この図によると、黒ボク土壌の多い県北部のCECは大きく、花こう岩に由来する中粗粒質土壌の多い県西部及び南部のそれは小さくなっている。また、比較的細粒質土壌の多い中部台地の平均的なCECは13~20meとなっている。

活 用 事 例

1. 用意したプログラム群

前節の方法により作成されたファイルを用いて、土壌

メッシュ分布図を作成するために用意されたプログラムの主要なものは次のとおりである。

1) SO0400

前述の「平均値マスター」の任意項目を指定し、「メッシュ土壌統マスター」と結合することによって、指定項目のメッシュ単位加重平均値を計算し、ファイルに出力するプログラムである。

2) SO0410

SO0400やメッシュ気候図³⁾などから作成された複数のメッシュ単位ファイルのグレード区分ごとにスコアを与え、合計スコアによる新メッシュ単位ファイルを作成するプログラムである。このプログラムは、複数の要因に重みを付け、作物栽培の適地性判定などを行うときに利用する。

3) SOILM 1

土壌統群別スコアが指定範囲にある耕地の面積及びその耕地面積の全耕地面積に対する割合を市町村単位に求め、ファイルに出力するプログラムである。ここでいう土壌統群別スコアとは、単一の理化学的性質を示す数値であってもよいし、複数の要因に重みを付けた合計スコアでもよい。

4) SOILM 2

特定の性質を持つ土壌の分布比率をメッシュ単位に計算し、ファイルに出力するプログラムである。利用時には、比率を定めるための分子及び分母に相当する土壌統群コードを複数個指定する。たとえば、水田土壌のうち黒ボク土壌の占める割合の分布図を作成するときなどに用いる。

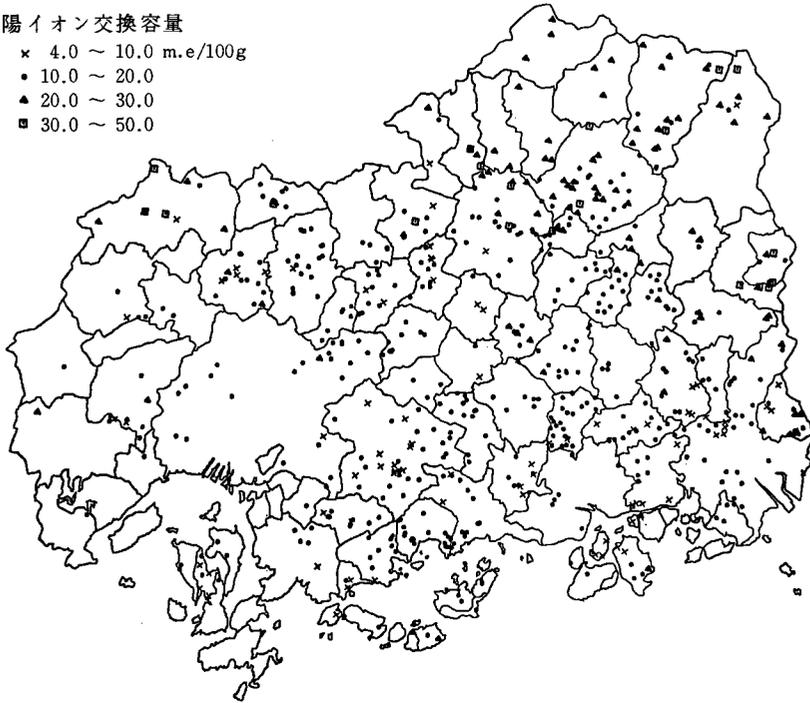
分子に相当する土壌統群を複数系統指定し、それぞれの系統がある割合以上出現するかどうかを判定して、ファイルに出力するSOILM 3も用意されている。

5) MAS041

SO0400、SOILM 1などで作成されたメッシュ単位ファイルを入力して、XYプロットで県内メッシュ分布図を作成するプログラムである。分布図のグレード幅、使用するシンボルマークの種類や色、図の大きさなどは

陽イオン交換容量

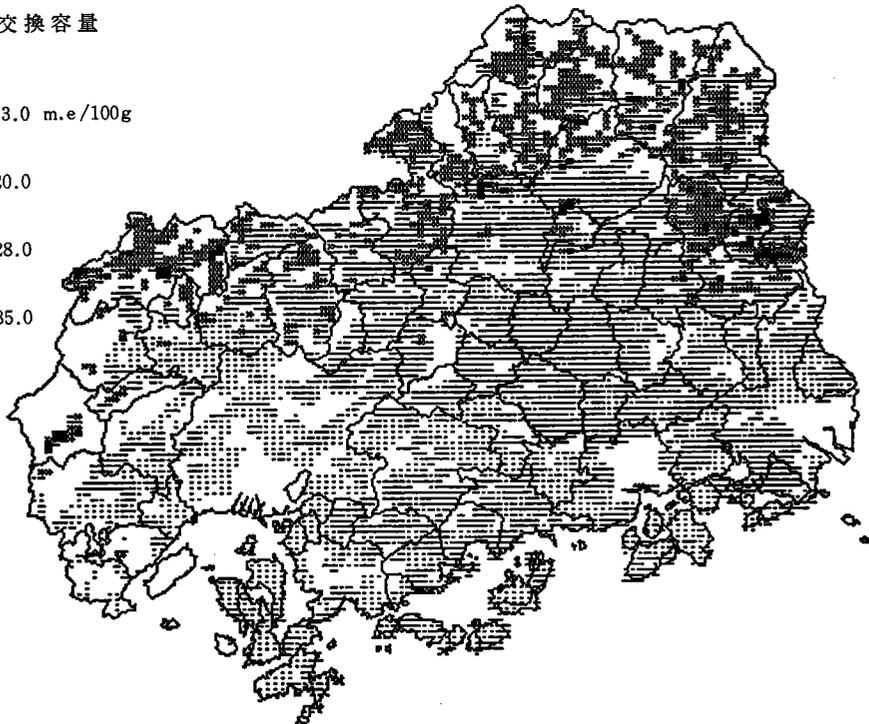
- × 4.0 ~ 10.0 m.e/100g
- 10.0 ~ 20.0
- ▲ 20.0 ~ 30.0
- 30.0 ~ 50.0



第4図 土壌調査地点の陽イオン交換容量

陽イオン交換容量

- ▨ 8.4 - 13.0 m.e/100g
- ▧ 13.0 ~ 20.0
- ▩ 20.0 ~ 28.0
- 28.0 ~ 35.0



第5図 陽イオン交換容量のメッシュ分布

きぬさやえんどう

土壌要因からみた栽培適地

- 適地
- 準適地
- 不適地

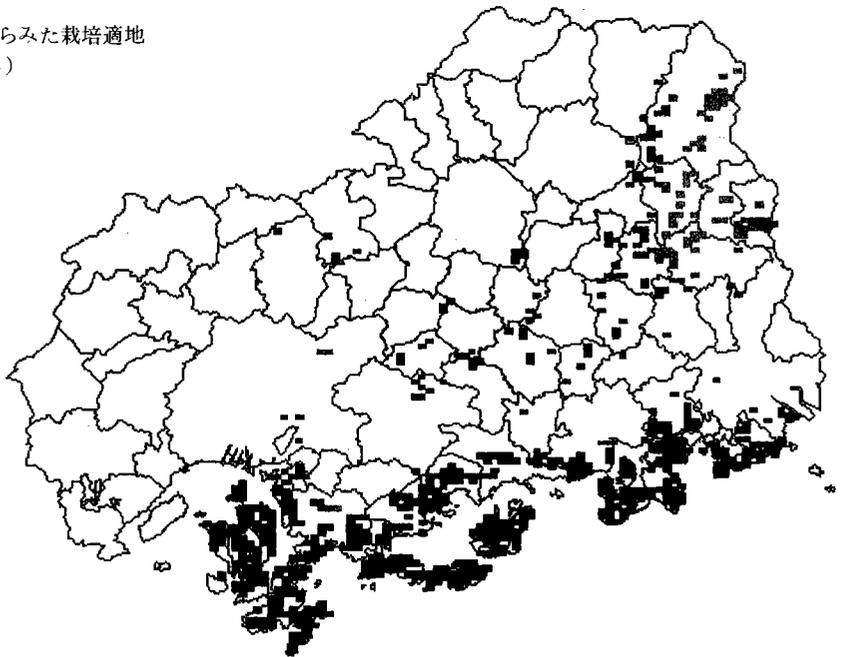


第6図 土壌条件から判定したキヌサヤエンドウの栽培適地

きぬさやえんどう

気象および土壌からみた栽培適地
(目標収量100kg/a)

- 秋冬春採り適地
- 春夏秋採り適地
- 春・秋採り適地



第7図 気象および土壌条件から判定したキヌサヤエンドウの栽培適地

自由に指定できる。

分布図を作成しようとするとき、入力ファイルのデータ内容が全く未知である場合、そのグレード分けの指示が不可能なので、最高値及び最低値を検索すると共に、仮に与えたグレード値ごとに該当するメッシュ数を出力するプログラムも用意されている。

6) MP002

市町村別のデータをグレード分けし、XYプロットで図示するプログラムである。グレード区分毎に描かれるハッチ線の間隔、向き、色は自由に選択できる。

7) パソコンプログラム

複数の土壤要因に重みを付けたスコア計算やメッシュ分布図を作成するパソコンプログラムも作成した。

2. 適地適作分布図の作成

土壤情報システムの目標は、単にある特定の土壤要因の分布や面積を提供できるだけでなく、条件を与えるだけで生産振興、土壤基盤整備、地域開発計画などの目的に応じた各種の実用的地図を自動的に作成するシステムにすることである。ここでは一例として、土壤及び気象条件からみたキヌサヤエンドウの作期別栽培適地図の試作を行った。

1) 土壤的にみた適地

キヌサヤエンドウ栽培の適地条件として、土性は中粒質で保水力が強くかつ排水良好であることとし、プログラム SO0410 に次に示すスコアを入力することによりメッシュ単位の適地性を判定した。

作土の土性

S, LS	3点
SL, L, SiL, SCL	4点
CL, SiCL	2点
SC, LiC, SiC, HC	0点

グライ反応出現位置

0~35cm	0点
35~50cm	3点
50~80cm	4点
80cm以上	5点

以上2要因の合計スコア8点以上を適地、7点を準適地、6点以下を不適地として第6図に示した。なおこの図は水田転作も考慮し、広島県の全耕地を対象にして作成したものである。

土壤的に不適と判定されても、キヌサヤエンドウの栽培が不可能ということではない。粘質な土壤では高畦などによって排水をはかり土壤の乾湿の差を少なくし、かつ土壤を膨軟にし通気性を良くするために有機物の多用

をはかれば適地に劣らない収量も期待できる。

2) 気象条件の重ね合わせ

キヌサヤエンドウは広島県内のどこでも栽培できるが、雨の多い年には湿害や病害の多発により枯れ上がりが早くなり、収量も上がらない。現在主産地である島しょ部地帯では温暖な気候を利用して秋～冬採り栽培が行われている。これに加えて、中北部地帯では冷涼な気候を利用した夏採り栽培の可能性が期待される。そこで、次に示すような気象条件を設定し、作期別の適地を求めることにした。

①高収量の期待できない地域；年間降水量が1,600mm以上の地域。

②夏採り栽培可能地域；最低気温5℃以上、最高気温30℃未満の日が連続150日以上あり、5～10月の降水量が1,150mm以下の地域。

③冬採り栽培可能地域；年間を通して最低気温平年値が0℃以下にならない地域。

以上の条件にあてはまるメッシュを広島県メッシュ気候図から検索し、第6図の土壤的にみた適地図に重ね合わせて作成した図が第7図である。土壤的にみた場合の県西部は畑地化の容易な土壤が多いが、気象的にみると降水量が多いためキヌサヤエンドウの栽培に適さないようである。第7図で注目すべきは夏採り栽培可能地域である。広島県にはこれまで夏期のキヌサヤエンドウの出荷はないが、この図によると県中部から東部にかけて夏採り栽培適地が181メッシュ存在し、今後の産地化が期待される。

結 語

本研究で作成した「広島県メッシュ土壤図」は広島県内の土壤の諸性質を一目で把握することができ、先に公表された「広島県メッシュ気候図」と重ね合わせることによって、水田転作、環境保全などの行政的課題に応えられる非常に有効な資料となった。具体例としては、麦、大豆、キヌサヤエンドウ、西条柿、りんご、梨、ぶどう、梅、イチジクの適地図、土壤侵食危険地域分布図などを作成した。しかし、もう一步進んで農業生産現場での技術指導の手段として利用するにはいくつかの問題点が残されている。

第一の問題点は、この土壤図は土壤の基本的性質を表すものであって土壤管理によって大きく変動する養分状態等は表現できないことである。野菜畑の土壤養分診断等は個々の圃場において実施されるべきものである。本県の農業改良普及所においてはパソコンによる土壤診断

が実施されており、将来的にはこれらのデータを集約して、現況土壌の分布図を描くことも可能であろう。

第二の問題点は理化学的性質を示す数値情報が少ない点である。とくに、透水性や孔隙量などの物理的性質を示す情報は欠測値が多く、土壌統群別の平均値として意味をなさない項目が多い。作物の適地性判定などには土壌の物理的基準は欠かせないものであり、今後、あらゆる機会をとらえて断面分析情報を入力していくべきであろう。現在のところ平均値マスターは県全体の土壌統群別平均値であるが、入力データが多くなった項目から順次地域性を考慮した平均値マスターに切り換える方針である。

第三の問題点は、技術指導資料としてはこの点が最も重要な問題であるが、圃場単位での土壌が不明瞭であることである。この点を解決する方法として加藤⁹⁾はポリゴンデータによる作図を行っている。また、現場指導に当たってのこの種のシステムはパソコンクラスのシステムにする必要がある。著者もパソコンプリンタを利用してポリゴン形式の出力ができるシステムの開発を試み、実用的な土壌図をいくつか作成した。内容については次の機会に報告する。

いずれにしても、県全体の状況を一目で把握するにはメッシュ表示が優れた方法であり、変動する土壌養分をも含め、できるだけ多くの要因を表示できるようにメッシュ土壌図の改善を図っていく必要がある。

摘 要

地力保全基本調査等でこれまでに蓄積されてきた土壌調査データをコンピュータへ入力し、土壌の諸性質について約1 km²単位のメッシュ分布図を作成する手法を開発した。

1. 広島県土づくり推進対策図に約1 km²単位のメッシュ線を記入し、各メッシュ毎の土壌統群面積を方眼紙法により集計し、コンピュータへ入力した。一方、各種調査事業で得られた土壌断面情報651点もコンピュータへ入力した。

2. 断面情報の要因項目ごとに土壌統群別平均値を求めた。この平均値をメッシュ内に出現する土壌統群の面積割合に掛け合わせるにより、メッシュ単位に任意土壌要因の数値情報を得られるようにした。

3. 単一の土壌要因あるいは複数の要因に重みを付けてメッシュ分布図を作成する手法を開発した。また、メッシュ気候図と重ね合わせる手法も開発した。

4. 土壌情報の市町村別面積集計・作図、土壌統群の

系統別面積集計・作図などを行うプログラムを作成した。

5. 実用的な土壌図の一例として、気象および土壌の両面から判定したキヌサヤエンドウの作期別適地図を作成した。

謝 辞

本研究の実施に当たり、当场土壌肥料部 土壌保全調査事業担当諸氏からは土壌調査データの提供をいただいたばかりでなく、データ整理においても全面的な協力をいただいた。園芸部船越建明部長からはキヌサヤエンドウの適地条件について有益な御助言をいただいた。また、コンピュータプログラムの一部に作物部森康明部長の作成されたもの⁸⁾を引用した。ここに深く感謝の意を表する。

引用文献

- 1) 藤原多見夫・木村義典・河野富香・原田 仁：1975. 病害虫発生予察事業における電子計算機利用方法. 第1報 広島県におけるシステム概要. 広島農試報告36 : 41—47.
- 2) 広島県：1978. 地力保全基本調査総合成績書615p.
- 3) 広島県・気象庁：1982. 広島県メッシュ気候図地図編39p., 資料編261p.
- 4) 広島農試・広島県経済連：1980. 広島県土づくり推進対策図34p.
- 5) 加藤好武：1986. 図式情報システムの機能と構造. 土肥誌57(2) : 161—170.
- 6) 河野富香：1977. 病害虫発生予察事業における電子計算機利用方法. 第4報 重回帰分析を中心とした予測値計算システム. 広島農試報告39 : 1—20.
- 7) ———・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) 森 康明・河野富香・房尾一宏：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平均気温推定. 広島農試報告49 : 87—98.
- 9) 上原由子・井本征史・酒井泰文：広島県におけるアメダスデータを利用したいもち病発生予察システム. 広島農試報告51 : 1—18.
- 10) 上本 哲・中沢征三郎・宮地勝正・谷本俊明・松浦謙吉・植木博秀・中蔵正之：1985. 県内水田の土壌型分類と北部水田土壌の水稲生産力について. 広島農試報告49 : 1—18.

Computerized Soil Information System for Atable Land in Hiroshima Prefecture

1. Mesh maps information on soil

Akihiko HARADA, Kazuhiro FUSAO and Satoshi UEMOTO

Summary

A method of drawing mesh maps from various kinds of soil survey data collected by many projects was developed by using a mini-computer. The mean values of both profile description data and physicochemical data of 45 soil series were calculated every mesh unit of one square kilometer.

Mesh maps concerning optional soil category were drawn by multiplying these mean values of soil information by the area ratio of soil series in a mesh unit, which could be overlaid on the Mesh Climatic Charts.

A suitability map to meteorological and pedological conditions were made for garden pea cultivation by applying this system.

Key words : soil information system, soil map data, mesh map