

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2報 図式情報のパーソナルコンピュータシステム

原田 昭彦・上原 由子

キーワード：土壌情報システム，土壌図，ポリゴンデータ，パソコン

前報¹⁾では、広島県が構築しようとしている作物生産資源情報システムの一環としての土壌図情報のメッシュ化について報告した。この中で、メッシュ化は県全体の概要を得るには優れた方法であるが、技術指導資料としてはものたりない面があることを指摘した。

そこで本報では、異なる性質を有する土壌の境界を明瞭に表現できる方法として、不定形の閉領域を示す境界線と属性記号より形成されているポリゴン（多角形）データを用いての作図手法を検討した。加藤²⁾はこのようなシステムを図式情報システムと名付けているが、ここでもこの呼称を用いることにする。本システムは技術指導現場での利用を想定して、利用システムのすべてをパソコンシステムとした。まだ追加すべき機能もあるが、現状でも多くの目的に利用できると考えたので報告し参考に供したい。

なお、本システムで入力した原データは、国土庁による土地分類基本調査及び農林水産省農蚕園芸局による地力保全基本調査で作成された土壌図の土壌統単位データである。

システムの構造

1. 使用機器

本研究で使用した計算機は、日本電気株式会社のパーソナルコンピュータ PC-9801VX21 で、640KB の主記憶部と5インチフロッピーディスクドライブ2基を備えたものである。周辺装置としては15インチカラーディスプレイ PC-TV452, 15インチカラープリンタ PC-PR201, デジタイザ KD4030である。デジタイザはデータの修正、市町村界・地名の入力に使用したものであり、各種の実用的な土壌図を出力するだけの利用者には不要である。

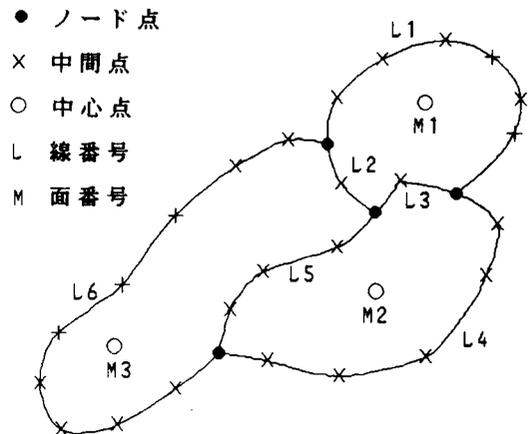
この他に、県全域の基本土壌図入力は株式会社アイ・ビー・ディーに委託し、オートデジタイザにより行った。

2. ポリゴンデータの構造

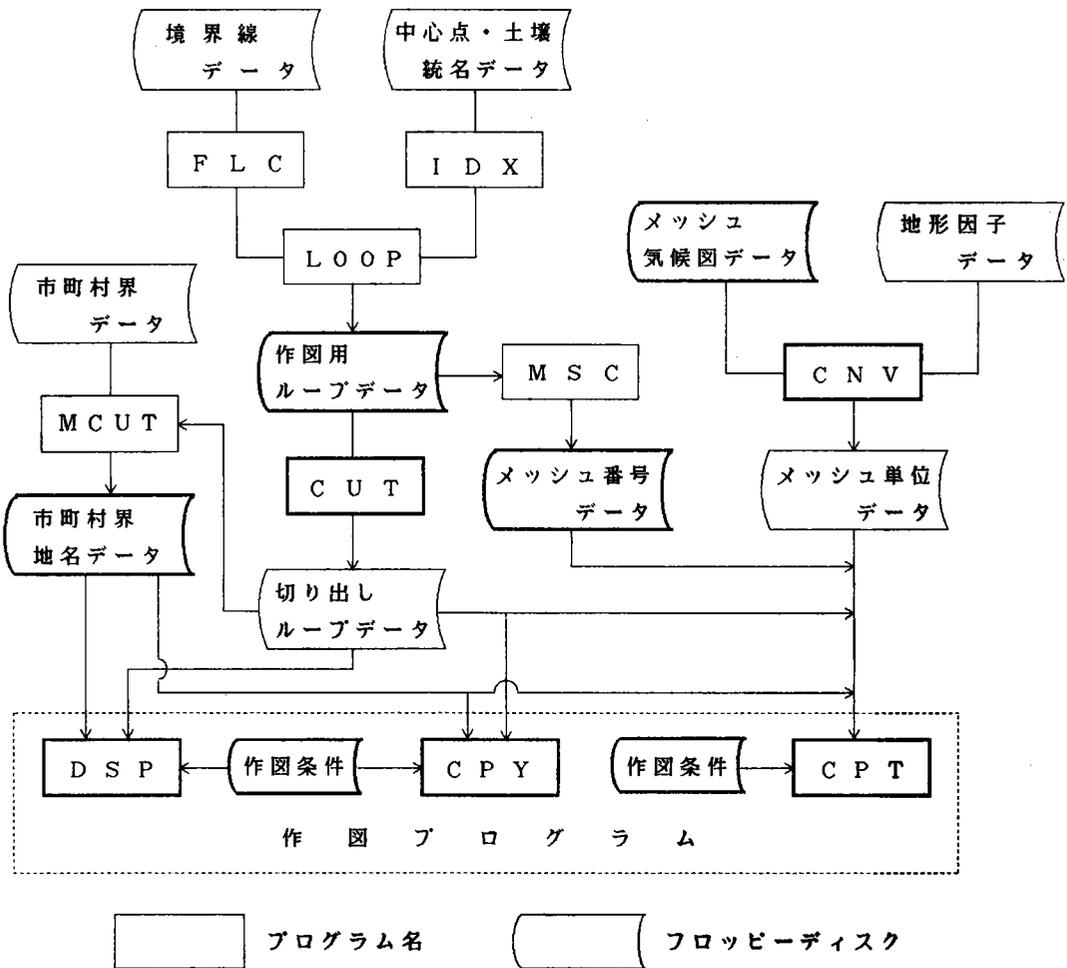
土壌図のようにたくさんの不定形の閉領域を示す境界線と属性記号より成り立っている図情報をポリゴンデータと呼ぶ。加藤³⁾は、この種類のデータをデジタイザで入力するとき、土壌境界線と土壌統記号を別々に入力し、あとで両者をマッチングする方法をとっている。ここでもこの方法に準拠することにし、国土地理院発行の5万分の1地形図をファイル単位として入力した。

1) 土壌境界線データ

まず、第1図に示したように、対象とする土壌のすべての閉領域に面番号(M)を付し、ノード点からノード点までの曲線に線番号(L)を付ける。次に、線番号単位でデータを入力する。入力データは線番号、線の両側の面番号（片側に面がない場合は0）、及びノード点からノード点まで適当に中間点を取りながらのX座標（経度）、



第1図 土壌図データの模式図



第2図 図式情報システムにおけるソフトウェアの構造
 注) 太枠内は普及版フロッピーに納めたデータ及びプログラム

Y座標(緯度)である。なお、ノード点はあらかじめ入力しておき、線データの両端は自動的にノード点と一致するようにする。線番号は直接利用することはないが、後でデータ単位を識別するために入力しておく。

2) 中心点・土壌統名データ

面番号単位に中心点のX座標、Y座標と土壌統記号を入力する。中心点はディスプレイ上で閉領域に色を塗るためのものであり、面の中ならどこでも良いが、ディスプレイの分解能を考慮すれば、なるべく線の近くでない方がよい。

3. ソフトウェアの構造

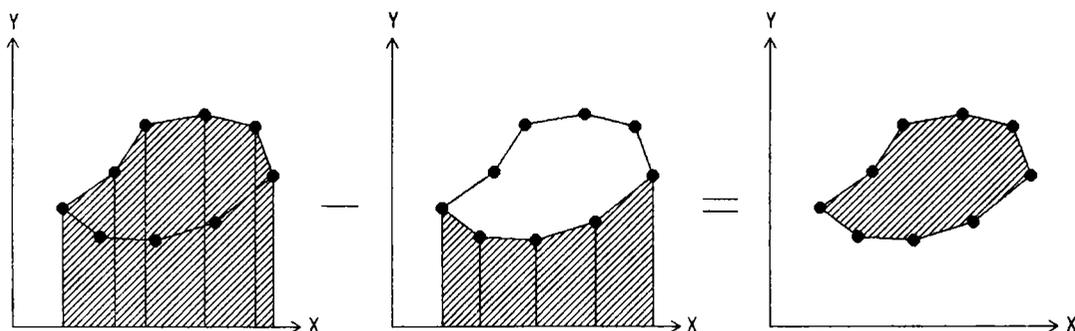
デジタイザによりデジタル化して入力された土壌図デ

ータは多数のプログラムによってデータの並べ替えや切り出し、結合が行われ、実用的な土壌図を作成することが可能になる。著者が構築したシステムにおける主要なソフトウェアの構成を第2図に示した。機能の詳細については後述するが、ここでは各プログラムの概略を述べることにする。

なお、使用言語はMS-DOSをOSとするN88日本語BASICであり、プログラムの大部分を著者が開発した。

①FLC: デジタイザによって読み取られたデータを1/10mm単位に変換しながらランダムファイルにするとともに、各土壌面ごとにデータが記録されているレコードを検索するためのインデックスファイルを作成する。

②IDX: 中心点データを1/10mm単位に、土壌統記号



第3図 ポリゴンの面積計算法

をコード番号に変換する。

③LOOP* : FLC 及び IDX で作成されたデータを結合して、土壌面単位の作図データに変換する。また、各土壌面の面積も計算し、記録する。

④CUT : LOOP で作成されたファイルから任意の場所を切り出したファイルを作成する。これにより、拡大土壌図の作成が可能になる。

⑤MCUT : 県全域の市町村界データの登録されたファイルから5万分の1図幅単位のデータを切り出すとともに、ディスプレイ画面を見ながら地名を入力する。

⑥MSC : 各土壌面が広島県メッシュ気候図⁴⁾上のどのメッシュに相当するかを検索し、ファイル出力する。複数メッシュにまたがる場合には、各メッシュの面積割合を出力する。

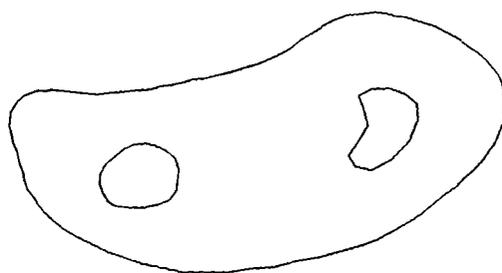
⑦CNV : 広島県メッシュ気候図または国土数値情報から任意の要因を取り出し、1レコード20メッシュのランダムファイルを作成する。

⑧DSP : ディスプレイ画面上に土壌図を表示するプログラム。同種類の土壌だけの表示やフロッピーへの画面保存、呼び出しが可能である。

⑨CPY : ディスプレイ画面表示後、プリンタへハードコピーをするプログラム。自動的に連続4画面を隙間なくハードコピーすることにより、A3サイズのカラー土壌図作成が可能である。

⑩CPT : 基本的にはCPYと同じであるが、メッシュ気候図などの他の要因と重ね合わせた結果をプリントできる点が異なる。

以上が本システムの主要なプログラムであるが、第2図太枠内のデータおよびプログラムは普及版システムとして県内全農業改良普及所へ配布した。



第4図 穴空きポリゴン

システムの機能

1. データの編集機能

デジタイザにより入力されたポリゴンデータは1本の曲線を2つの面で共有していることが多い。また、入力の効率上同一土壌面のデータは連続していない。一方、作図にあたっては土壌面単位の属性を判断して色塗りを行う必要がある。作図時に必要な曲線を検索することは非効率であり、前もって面単位の連続データとして並べ換えたファイルを作成し保存しておくが良い。この連続データファイルをループファイルと呼ぶ。このシステムでのループファイルは次のような構成にした。

ファイルの1行目には図幅番号、図の縦の長さ、横の長さなどの図幅全体に関する情報を記入する。2行目以降に面単位データを並べる。面単位データの1行目は、1行目であることを示す“HED”の記号に続いて、面番号、土壌統コード、面積、曲線座標の数など面全体に関する情報。2行目は中心点の座標。3行目以降には1行目に記された数の線座標データを記入する。

面単位データ1行目の「面積」はループファイル作成時に計算される。面積計算は第3図に示したように、台

* 農水省農業環境技術研究所研究員松森堅治氏作成のプログラムを改造して利用した。

形面積の積分値の差を求める方法によって行われる。各々の台形がプラスの面積かマイナスの面積かはX座標の差の符号によって判定する。データの並び方によっては符号が逆になるが、後で絶対値をとれば同じことになる。第4図に示したような穴空きポリゴンでは、最大面積のポリゴンから他のポリゴンの面積を引くことにより求められる。なお、ここで計算された面積には道路、宅地、水路等も含まれているため、出力時には0.7を掛けることにより、県全体の耕地面積が統計上の数値²⁾と同程度

になるようにした。このようにしても、市町村別の面積には1割程度の誤差を生じる。

2. データの切り出し機能

前項のループファイルは国土地理院発行の5万分の1地形図を単位としたファイルである。このファイルでも作図は可能であるが、全データを用いた土壌図は縦横約20kmであり、ディスプレイに表示すると非常に小さな図になる。したがって、任意の範囲を切り出した作図データファイルを作成する必要がある。

第5図はポリゴンデータを切り取る場合の例である。直線Aで切り取った場合、直線Aの上側が必要データである場合には2個のポリゴン、下側が必要な場合には1個のポリゴンが新しくできることになる。3個以上のポリゴンができることもある。いくつのポリゴンに分割されるかは、まず有効曲線及びその両端の切り取り点をコンピュータへ記憶させる。次に、切り取り点の直線A上での位置関係を判断しながら有効曲線をつなぎ、1個の閉ループを作る。この段階で有効曲線が残っていれば、新しい閉ループを作成する作業を繰り返す。もちろん、ポリゴンの全データが指定した切り出し範囲に含まれる場合には、そのまま切り出しファイルへ出力すれば良い。

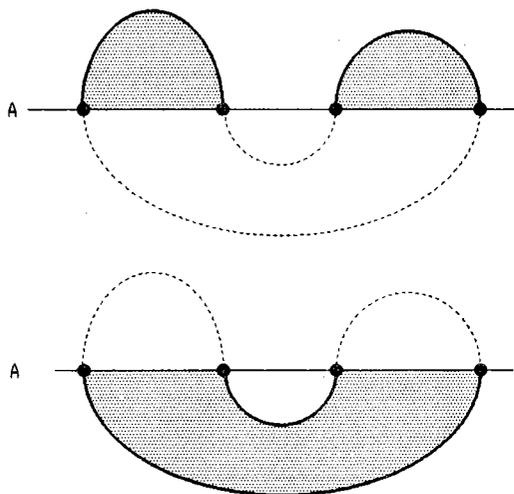
切り出しによって新しくできるポリゴンの面番号は、メッシュ気候図⁴⁾データとの重ね合わせ時のために、旧面番号を引き継ぐことにした。したがって、同一面番号が複数になることもある。

ここで問題になるのは、色塗りのために指定されるべき中心点が切り出しによって新しくできるポリゴンにはなくなることである。また、第6図に示すようなくびれのあるポリゴンが生成された場合には、ディスプレイの分解能の関係上、2つのポリゴンに分割されて表示されることがある。このような場合には色塗りの中心点を2つ与える必要がある。

くびれによっていくつのポリゴンに分割表示されるかはデータファイルの内容だけでは判断が困難である。そこで、線分⁵⁾の方向(XまたはY座標の前座標との差の符号)が変わるたびに第7図に示した方法で中心点を求め、切り出しファイルへ出力した。すなわち、方向変換点Pの前後の直線によってできる角の2等分線が対辺と交わる点をQとし、線分PQの中間点Rを中心点座標とした。Rが他のデータとあまりにも近い場合には、さらに線分PRの中間点をとった。

前項で述べたループファイルにもくびれのあるポリゴンは存在する。したがって、全データをディスプレイに表示する場合にも、切り出しプログラムで処理するほう

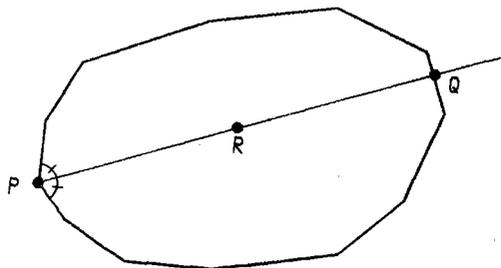
A 切り取り線 ——— 有効曲線
● 切り取り点 - - - - - 無効曲線



第5図 ポリゴンデータの切り出し



第6図 くびれのあるポリゴン



第7図 中心点座標の求め方

がよい。

3. 土壌図作成機能

土壌図作成機能は図式情報システムにとって最も大切な機能である。本システムでは、この作図機能をパーソナルコンピュータ本体、ディスプレイ、シリアルプリンタの最少機器構成で判りやすい図が描けるように工夫した。

1) 作図条件ファイル

作図項目、凡例、色番号などの作図条件は、利用者が自由に設定できるようにプログラムの外にファイルとして登録することにした。この作図条件ファイルの簡単な例を第8図に示した。作図プログラムをスタートさせると、条件⑤に与えた項目名がディスプレイ上に表示されるので、どの項目を作図するかをカーソルで選択できる。また、この項目名は図のタイトルとしても利用される。⑥～⑧に与えたカテゴリー名は凡例文字として利用される。項目数は①、カテゴリー数は②、色番号は④で与えられている。

作図条件ファイルには土壌統ごとの属性も記入されている。すなわち、条件⑨に各々の土壌統について項目ごとのカテゴリーコードが記されている。前述のデータファイルには面（ポリゴン）ごとの土壌統コードが記入されているので、そのコードと作図条件ファイルから面単位のカテゴリーが決定される。

2) プリンタへの土壌図出力

紙面への土壌図出力はディスプレイ表示後プリンタへハードコピーをとる方式としたが、1画面のみのハードコピーでは図が小さすぎるし、拡大コピーでは分解能が落ちる。そこで、自動的に連続して4画面を隙間なくハードコピーすることにより、A3サイズのカラー土壌図を作成する方法を考案した。第9図はこのようにして作成した土壌統群分布図を58%に縮尺したものである。土壌統群ごとのタイルパターンは農水省農業環境技術研究所環境立地研究室で作成されたものであり、全国的に統一されたものと考えてよい。図の方眼は国土情報第3次メッシュに準拠して緯度を30秒、経度を45秒に区分したものである。このように区分すると、1区画は約1km²の面積になる。左および上に付けられている記号は広島県固有のメッシュ番号¹⁴⁾である。

連続する4画面の元の土壌図は同一図幅でなくてもよいので、データの切り出しを工夫すれば、県内の任意の場所を任意の拡大率で作図することができる。また、作図条件ファイルをとりかえることによって種々の土壌要因について作図することができる。第10図は下層土の土

3	5					①
5	3	3				②
0	1	1				③
9	10	7	14	11		
13	10	5				④
13	10	5				
下層土の土性						
水田土壌の乾湿						
さやえんどうの適否						
礫	質					
砂	質					⑥
壤	質					
粘	質					
黒	ボク					
乾	田					⑦
半	湿					
湿	田					
適	地					
準	適					⑧
不	適					
101	1	1	0	2		
102	1	1	0	2		⑨
301	3	5	0	2		
305	4	5	0	2		
	5	0	2			

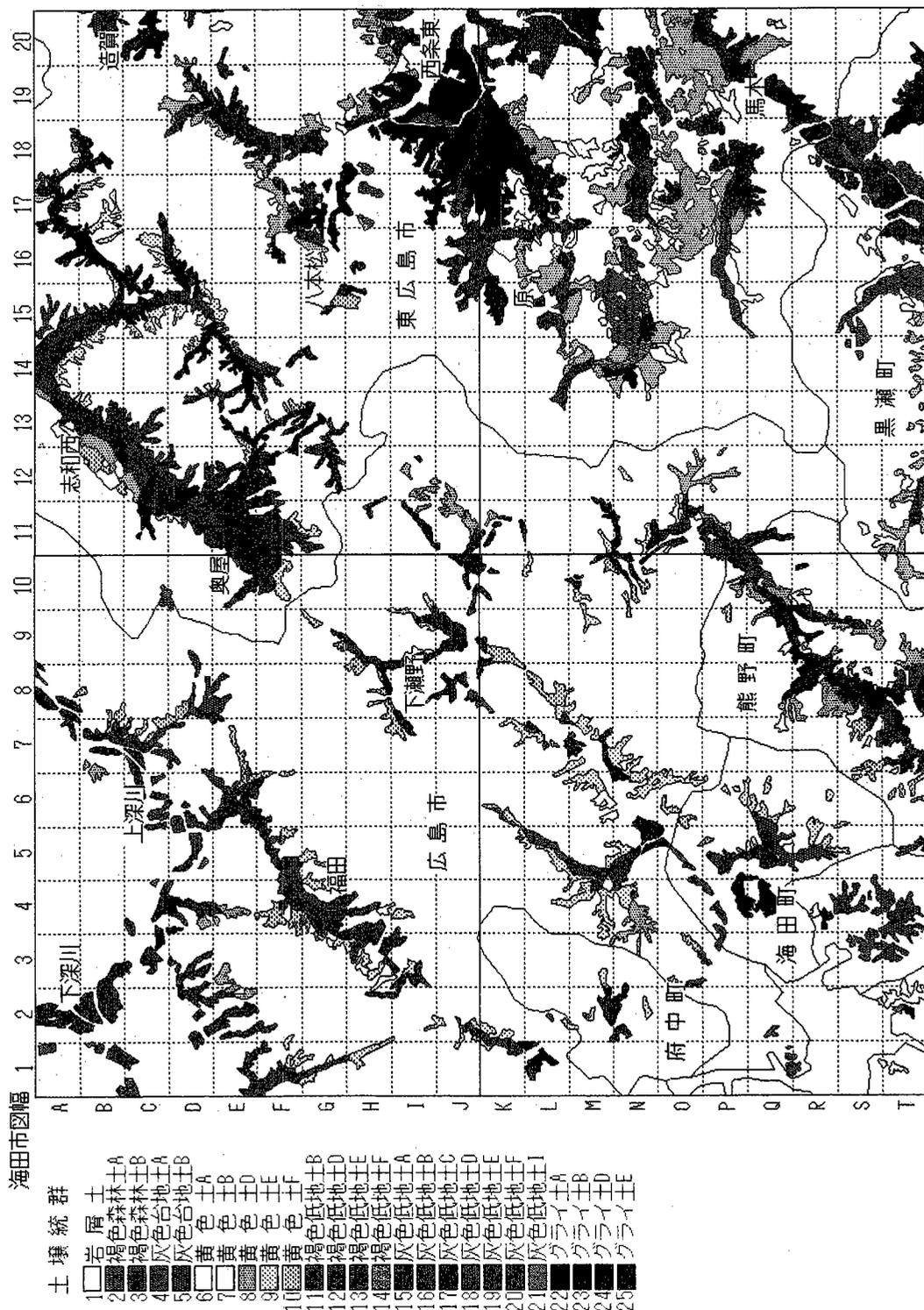
- ①作図項目の数、最大カテゴリー数
この例の項目数は下層土の土性、水田土壌の乾湿、さやえんどうの適否の3個
- ②各項目のカテゴリー数
- ③各項目ごとの面積表示の有無
- ④各項目のカテゴリー別タイル（色）番号
- ⑤項目名
- ⑥～⑧項目ごとのカテゴリー名
- ⑨土壌統別の各項目のカテゴリーコード
この例だと土壌統コード、土壌統群コードに続けて、下層土の土性、水田土壌の乾湿、さやえんどうの適否コードを1行とし、出現土壌統数（広島県では149）分だけ記入

第8図 作図条件ファイルの例

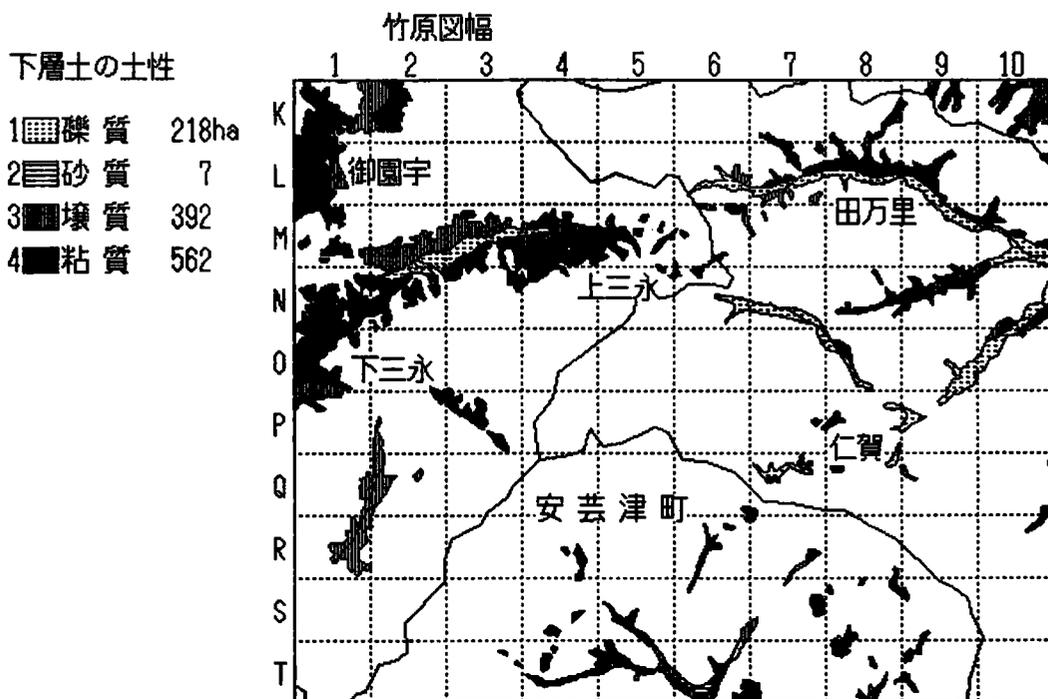
性を表したものである。

3) ディスプレイへの表示

基本的にはプリンタ作図と同じであるが、このプログラムでは表示速度を速める工夫をした。また、キー操作による同種類土壌のみの表示、画面の保存、呼び出しなどの機能を付け加えた。



第9図 土壌統群分布図



第10図 下層土の土性

4. メッシュデータとの重ね合わせ機能

土壌情報システムの目的は単にある特定の土壌要因の分布や面積集計をするだけでなく、各種の実用的土壌図を作成することである。この目的のためには、土壌図情報に気象情報や地形情報を重ね合わせることが多い。広島県ではすでに気温、降水量、日照時間などの気象要因と国土数値情報の地形要因が第3次メッシュの形式でファイル化されている。このメッシュ情報とポリゴン形式である土壌図情報とを重ね合わせると、境界線が入り乱れて図が複雑になるし、計算にも長時間を要するので適当でない。

そこで、本システムでは次のような方法による重ね合わせを試みた。まず、土壌図情報の各ポリゴンが属するメッシュの番号をファイル化した。複数のメッシュにまたがるばあいにはその面積割合をファイルに書き出した。次に、この面積割合に応じてメッシュ情報の加重平均を計算することにより、各ポリゴンの気象や地形などの値を求めた。メッシュ情報を複数重ねるときには、先にメッシュ情報だけの重ね合わせを行い、後でポリゴンを重ねた。同一ポリゴン内での気象や地形の変異は大きくないので、この方法でも実用上不都合な点はないと考えら

れる。

第11図は気象要因と土壌要因とを重ね合わせて作図した西条柿の適地分布図である。気象要因としては無霜日初日から展葉日までの日数、最終無霜日、4月から10月までの平均気温及び4月から10月までの積算降水量を、土壌要因としては下層土の土性、グライ反応出現位置、りん酸吸収係数及び陽イオン交換容量を用いて判定した。りん酸吸収係数と陽イオン交換容量については、前報¹⁾の方法に準じて算出した各土壌統の平均的数値を用いた。

なお、この図は水田転作として西条柿を新植する場合の参考資料として東広島市より依頼され、広島県果樹試験場の協力を得て作成したものである。その結果、東広島市全域で約3,000haの適地があることが判明した。

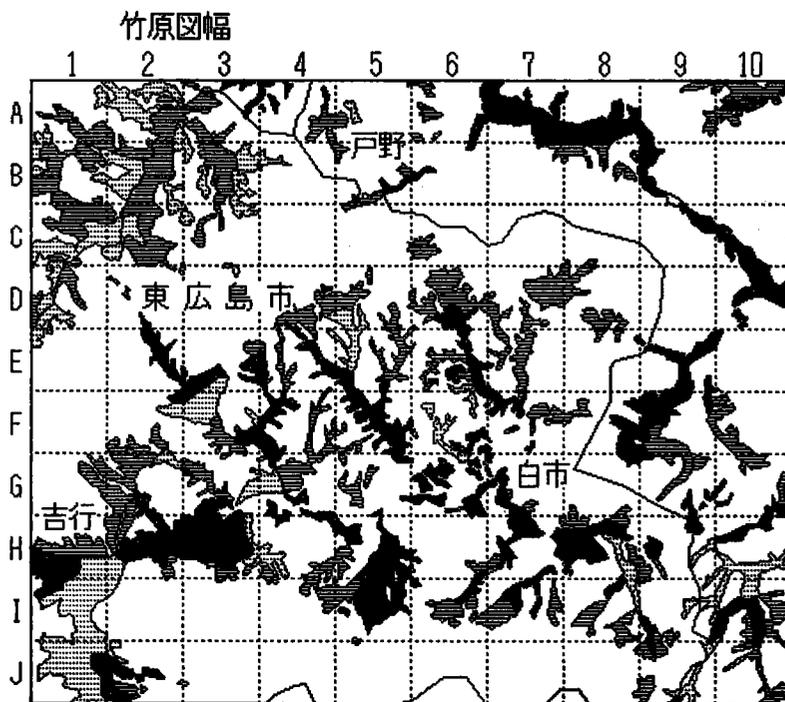
結 語

日本土壌協会により日本全国の農耕地土壌がデータベース化され、国レベルでの土壌情報システムが整備されつつある*。しかし、このシステムはあまりにも膨大すぎて農業指導現場で手軽に利用するには不便な面がある。そこで著者は、最近急速に普及してきたパソコンを使用

* 日本土壌協会；1982～1988. 農業生産環境システム整備事業報告書

西条柿の適地分布

- 1 ■ 適地 975ha
 2 ▨ 準適地 1083
 3 ▩ 不適地 554



第11図 気象および土壌条件から判定した西条柿の栽培適地

して、誰にでも容易に土壌図作成のできるシステムの作成に取り組んだ。そして、データ入力および編集、土壌図作成、気象要因との重ね合わせなどの基本的機能はほぼ完成したと考える。

しかし、情報の内容についてはまだ不十分な点もあり、今後更にこのシステムを充実したものにするためには、次のことを解決する必要がある。

1) 本システムにおいては、同一土壌統はすべて同じ理化学的性質であるとして扱っている。しかし、この土壌統は主として下層土を対象にした生成学的な分類であり、同一土壌統名でもその性質は地域によって異なると考えられる。したがって、土壌断面情報、土壌分析データなどをできるだけたくさん入力し、より正確な土壌図作成ができるようにしなければならない。

2) 水田の基盤整備、棚田の荒廃、新規造成畑などにより農耕地土壌は刻々変化している。したがって、たえず最新の土壌情報が入力できるようにしていかなければならない。

3) 圃場単位で土壌の性質を把握するためには5万分の1の地図では小さすぎる。広島県ではすでに1万～5千分の1土壌図が5町村で作成されている。今後他の町村で大縮尺土壌図が作成される場合に、本システムは有

効な手段になると考える。

4) 土壌の諸性質と作物生育との関連において、十分信頼に足るデータは決して豊富とはいえない。今後このようなデータをできるだけ多く入手し、解析を加えていかなければならない。

5) 上述のことを解決するためには、断面情報、位置情報、図式情報及び作物生育情報などのデータ管理が容易に行える本当の意味でのデータベース構築とシステム開発が必要である。また、県内各機関をオンラインで結ぶことにより、どこからでもデータの入出力ができるようにすることが望ましいが、操作が煩雑で利用頻度が低下しないように注意しながら進めなければならない。

以上述べたように、今後整備していかなければならないデータや機能は多々あるが、行政的視野から土壌の基本的性質を把握するには現段階のシステムでも十分利用できると考えている。当面、県内農業改良普及所のパソコンで利用できる体制を作る予定である。

摘 要

地力保全事業などで作成された土壌図をポリゴン（多角形）データとして扱うことにより、パーソナルコンピュータを利用した要因別作図手法を開発した。

1. 土壌図データはデジタイザにより入力し、土壌統コードを持ったポリゴン単位のデータに編集した。
2. データ編集時に各ポリゴンの面積を計算した。
3. 任意の範囲が作図できるようにデータの切り出しを行う手法を開発した。
4. 作図にはシリアルプリンターを用いた。図の大きさはA5～A3判まで可能である。
5. ポリゴンデータである土壌図と気象や地形などのメッシュデータとを重ね合わせて作図する手法を開発した。

謝 辞

本研究を進めるに当たり、農水省農業環境技術研究所

環境立地研究室 徳留昭一室長、同加藤好武主任研究官、同松森堅治研究員には有益なる御助言と御指導をいただき、一部プログラムの提供も受けた。また、当场土壌肥料部土壌保全担当諸氏からは土壌図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。ここに深く感謝の意を表する。

引 用 文 献

- 1) 原田昭彦・房尾一宏・上木 哲：1989. 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. 広島農試報告52：117～124.
- 2) 広島県：1982. 広島県統計年鑑343p.
- 3) 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.
- 4) 河野富香・森 康明・房尾一宏・上原山子：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.

Computerized Soil Information System for Alable Land in Hiroshima Prefecture

2. Cartographic system using a personal computer

Akihiko HARADA and Yuko UEHARA

Summary

A method to make cartographs with data from various surveys of soils was developed using a personal computer.

The outline of this system is as follows. 1) Digitizing the soil survey data into the polygon data. 2) Making a map with the polygon data automatically. 3) Overlaying the soil map with the climatic map and the geographical map. 4) Clipping the part of data and making the map of needed area. 5) Summing up the size of polygon belonging to each soil category.

This system was tested with the actual data and its utility was confirmed.

Key words : soil information system, soil map, polygon data, personal computer

