

氾濫想定区域に関する二三の考案

原 野 秀 永

On Information System for Regions Assumed Inundated

Hidenaga HARANO

Preventing disasters from occurring by taking proper steps in regions which are expected to be inundated by heavy rainfall is essential from an administrative standpoint. The fundamental point when drawing up countermeasures is the varied information concerning different regions. However, under the present situation, such information has been collected by each selfgoverning body as occasion demanded from an operation standpoint, so that the information collected tends to be duplicated in part but elsewhere incomplete, and thus, overall is not qualitatively satisfactory.

Moreover, the information is recorded in various forms, such as entered in ledgers or expressed by means of maps or blueprints, and is therefore not unified. Consequently, there is much difficulty in obtaining information required for taking countermeasures.

Furthermore, although this information is necessary is time of relief and rehabilitation work, it is impossible to obtain access to it quickly.

The above problems can be solved by constructing a data base with basic information and referring to it as occasion demands.

This paper gives an account of in what form a data base would be appropriate, what items should be incorporated, and in what way maps and geographical information are recorded in the computer.

§ 氾濫想定地域とは何か？

日本における河川の形状の特色は急峻な山岳部に源を發してただちに平野部に到り、平

野部においてはいくつかの河川が合流して海に流入している。富士、最上、玖磨の日本三急流はその好例である。従って山岳部に大量に雨が降る場合には短時間に莫大な水量が本

流支流より平野部に流入することになり、これが洪水をもたらす。

また都市郊外部に降った雨は昔はその一部が田畑の土壌内に吸収されて、以後時間の経過に伴って徐々に流出した。しかし土地開発の進むとともに、住宅、工場等の建設、道路の舗装等により雨は土地に滲透することなく、降り始めると、ほとんどその全量が瞬時にして流出する。従って短時間に大量の降雨があった場合には都市に意外な洪水をもたらすことになる。(鶴見川や神田川等はその好例である。)

これを防止するために各所にダムや遊水池が設けられてはいるが、ダム遊水池の設置場所は限られているためにその効果にも限りがある。他方長い日本列島を流れる大小の河川の総ての堤防を必要にして充分な構造とするためには莫大な建設投資を必要とし、早急な実現は不可能である。その結果日本列島内には氾濫の危険をはらんでいる河川が数多く存在している。

これに対して建設省においては政令によって氾濫想定地域を指定し、洪水対策の樹立をはかって居るが、各地方建設局においては指定外の地域であっても洪水の恐れのある地域に対して氾濫想定区域を設けている。

このような地域を予め設定する目的はつぎのようになる。

- 1) 氾濫区域の推定
- 2) 氾濫時における損害の試算
- 3) 氾濫の原因となる河川の改修および治山計画の立案と実施
- 4) 大雨警報時における流量予測
- 5) 洪水時における防水、避難計画の樹立
- 6) 災害復旧計画の事前における樹立
- 7) 防水態勢の強化

氾濫の危険性が存在することを数量的に把握し、氾濫を生ずる恐れのある地域を指定することは防災上必要不可欠である。単に過去における経験のみで地域を推定するならば、

環境の変化、施設の増強、老朽化等によって状況は常に変化するので大きな誤りをおかすことになる。この地域に氾濫が生じた場合、人的、物的な損害をできる限り正確に推定することは氾濫想定地域に指定し、これに対する施策の可否を決定する一つの重要な鍵となる。又災害防止のためには対象となった地域に対してのみならずその原因となる流域に対して重点的に治山治水の工事が計画され、実施されて始めて指定をした意味を持つようになる。しかし予算上の制約により実施ができなかったり、実施してもなお100%の安全が確保されない恐れのある場合には防水施設の拡充や予め防水、避難計画をたてておいて災害の軽減をはかると共に復旧計画を作成して早期復旧をはかる必要がある。

又大雨警報が出された場合氾濫想定地域に流入する水系域の降雨量、および河川流量が刻々計測されて、天候の変化にあわせて、流量予測を行ない洪水対策を未然に打つことが必要である。このような諸方策を重点的に打つことにより始めて効果をあげることができる。限られた予算を総花的に分配する従来の方法では効果ある防災は不可能で、災害は忘れた頃又やって来ることになる。

§ 氾濫想定地域と情報

先に述べた1～7の目的を達成するには各種の情報が必要である。氾濫地域の推定のためには過去における浸水状況と共に、対象河川の護岸堤防、せき、ダム、水門等の施設に関する情報(主として図面になっている)が必要である。更に流域における山岳部の状況や、都市部の状況をも考慮しなければならない(都市における道路の舗装率、下水の状況は大きな要因となる。)

氾濫時における損害の試算に際して、地域内の人口、住宅戸数の外に広く工鉱業生産額等の経済指票、耕地面積、農業生産額といった農業指票等のデータより推定しなければなら

らない。従って人口に関する情報、経済情報、農林水産情報等が必要となる。しかしこれらの情報は縣市町村を単位としたものしか公表されていない。氾濫地域の情報としては公表資料をそのまま利用はできない。さらに推算に当っては氾濫地域内の小区域のデータが必要である。すなわち氾濫区域内の大字、又は字単位の情報、又は氾濫地域内における標準メッシュ内(1km四方)の情報、更に浸水を考慮して区域内において等高線に囲まれた地域の情報等が対象となる。このように地理的に細分化された区域内の社会、経済に関する情報をいかにして簡単に得るかが一つの問題点である。(これ等は地理情報として統一的に考えることになる)

次にこの地域内の防災、避難、復旧の計画を立案するためには、域内河川、橋梁施設に関する補修工事の実施の記録、水防資材の状況、避難のための学校、公民館、神社仏閣等の建造物の位置と標高およびこれに通ずる道路、病院、医院等の医療機関の位置と能力が必要となる。さらに防災、避難、復旧には鉄道、国道、主要地方道等の交通機関が重要な役割を受持つが、これらの交通機関が災害発生時にどの程度の被害を受けるか、被害によって防災、救援、復旧活動に影響を及ぼすかに関する情報も必要である。特にこの地域を流れる河川に関する流量、水位や降雨量、積雪量等の水準にわたる記録が上記の計画には不可欠である。

又災害発生時において対策を立てるには寸刻を争うことになる。現況の把握のための情報の収集、各種情報の集中とそれらの視覚的表示が必要となる。(短時間に全体を把握して処置するためには状況を図で表現することが最適である)。

以上のような広範囲にわたる大量の情報を必要とし、かつこれらの情報は深く地理、地形、天候と結びついているとともに情報相互の間に密接な関係がある。従って単にそれぞ

れの情報を集めただけでは役に立つことは少なく、相互に関連づけが行なわれて始めて有効な情報となる。特に必要なことは防災は災害を未然に防ぐことに在る。そのためには適切な計画、対策の樹立を必要とするが、その土台となるのは情報である。しかも之等の情報が総合化されて初めて意味を持つことになる。

氾濫想定地域において必要とする各種情報をまとめると第1表のようになる。

第 1 表

情報の種類	内 容
地 理 情 報	流域に関する地形状況、地質状況、氾濫想定地域内の地理情報
施 設 情 報	堤防、ダム、水門、せき、水防資材庫等
住 民 情 報	域内人口統計、域内生産統計、商業統計、農業統計等、域内の土地利用
河 川 情 報	勾配、断面、流量、年間最大流量、手間平均流量等
交 通 情 報	道路構造、道路網、鉄道、軌道、橋梁等
気 象 情 報	降雨量、降雪量、積雪量、各種気象統計等
そ の 他	医療機関情報、学校、神社、寺院、公園の位置

§ 情報の現状

以上述べた各種の情報に関する現状は次の通りである。

地理情報に関しては国土地理院の2万5千分の1の地図を標準として用い、より広い部分に関しては5万分の1を、更に広い地域に対しては20万分の1の地図を基本として使用し、地形、氾濫想定区域、河川等はこれらの地図の上に記入している。又施設、医療機関、学校、神社仏閣等の位置はこれらの図面に表示されている。従って地理情報に関してはそのほとんどが図的表現によっている。又道路

施設、道路構造、橋梁等に関する情報は設計図にたよっている。(施設、構造物の概要は数値として台帳に記載されているが、その詳細は図面によっている。)河川についても道路と同様に詳細は図面によっているが、この傾向は道路よりも甚だしい。このように見ると情報の大部分は図面に依存している。

このように情報を図面に依存していることは、真に必要な少量の情報を見出すのに図面中表示されている大量の情報の中より探し出さねばならず、手間がかかることになる。情報を図面に依存していることは情報処理に計算機を使用するに当たっての最大の弱点となる。

又住民情報は県、市町村単位のものも標準的に準備されているが、その大部分は行政単位にまとめられたものである。しかし氾濫想定区域のように行政単位とは無関係な区域の情報を取扱うとなると既存の社会、経済情報と云われるものは利用価値がはなはだ少ない。更に現在の気象データは広域にわたるものであって局所的なものでない、狭い地域(特に山間部等)の気象情報は特にその地域内に観測地点が存在しなければ皆無に等しい。

現在では必要とする情報は殊ど得られないとしても過言ではない。しかし夫々の情報の泉源まで遡及すれば個々の情報としては存在している。すなわち河川に関しては河川台帳が、道路に関しては道路台帳が又住民に関しては住民台帳が存在し、更に定期的に施行される国勢調査、工業センサス、商業センサス、農業センサス等の統計調査についても個々のデータは存在している。これ等よりいかに必要な情報を構成するかがこのシステムの成否のキーとなる。

上記の諸情報は統合化されなければ意味を持たないが、行政の縦割りの弊害のために現状としては総合化が重視されている。たとえば一級河川および国道は建設省の管轄下に在るにもかかわらず、河川、道路の間の情報の統合化は全く進んでおらず、自然発生的に河

川、道路別々にデータが取られ、処置されている。又建設省と農林省との間においても双方の情報は全く隔絶して居り、相互の関係はつけかねる。例えば農地内における農道は交通路としては立派な道路であるにもかかわらず、建設省としては全くその情報は得られていない。さらに二級河川、県道等は県がこれを管理しているが、建設省においてこれ等の情報はほとんど把握していない。更に県庁内においても道路と河川の間で情報の総合化は行なわれず、相互の間で情報の交換は殆ど見られない。このように上部機関では情報の総合化の不足が、市町村といった下部機関にその総合化がまかされているも、しかし下部機関の能力不足のために総合化は全く行なわれていない。

氾濫想定区域に関する情報システムを構築する際には現状を打破して、問題点を解決する所に出発点を置かなければならない。

問題点を列挙すれば次のようになる

1. 地図、図面に関する情報の処理
2. 細分化された地域内における社会、経済に関する情報の推定
3. 本質的に断絶する組織間の情報の統合化

これらの問題点の解決には計算機の利用、特に各情報を総合的にファイルする氾濫想定地域データベースを作り、それを利用することが基本となる。

§ 問題点解決に対する具体的な方策

上記の3つの問題点を解決するために電子計算機を使用する方策としては次のようなものが考えられる。

1. 地図、図面に関する情報の処理

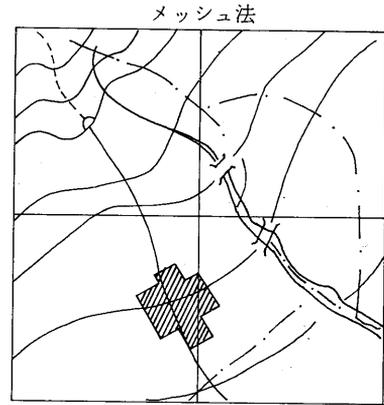
について

地図、図面に関する情報をそのまま計算機内に入れることは不可能ではないが、記憶容量および、処理の点よりすれば現在の計算機では得策ではない。(衛星よりの像を再生する

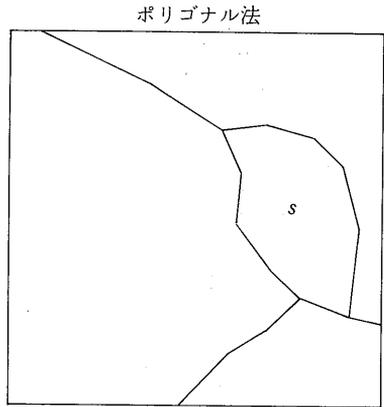
といった特殊な場合はこの限りではない。)

地理的な情報を計算機内に入れる方法としてはメッシュ法とポリゴナル法がある。前者は地図上を正方形で分割をし、その正方形に対して地理的又はそれに付随する情報を含ませる方法であり、後者は地図上を多角形で分割をしその分割に対して地理的又はその他の情報を含ませるものである。メッシュ法による正方形は一辺1軒米を標準とし、地図をこの正方形の網の目で覆う方式である。この正方形の網の目は仮想的なもので実体はない。それに対してポリゴナル法は多角形で地図を分割するが、この多角形は市町村界、町丁界といった意味ある多角形で構成される。氾濫想定地域では流域、氾濫想定地域等の表現には近似的にメッシュの集合を以て表現し、夫々のメッシュ内の平均傾斜、平均高度といった地形に関する情報や、人口、農地、土地利用に関する統計情報を持たせる。これに対して氾濫想定地域内の等高線で囲まれた地域はポリゴナル法による多角形で近似的に表現する。計算機内ではメッシュ法では各メッシュに番号を付けて、その番号に対応した情報を与えることにより計算機内に情報を格納することができる。(メッシュに関しては国土庁がメッシュ番号とその位置を法令によって規定し、このようなメッシュが全国を覆っている)。ポリゴナル法では多角形の頂点を結ぶ直線を指定し、その直線の接続状況とその回転方向を指定することにより、多角形で囲まれる面の指定が可能となる。メッシュ法もポリゴナル法の一つと考えると(正方形も多角形の一つと考えられる)この2つの方法を互に重畳することにより、地理情報のあり方を統合し得ることとなる。(図1-a, b, c参照)

更に位置に関する点情報はその点の座標(メッシュの起点より測った)を与えることにより表現することができる。河川、道路、鉄道といった線的情報はこれを折線で近似すると、その端点の位置、折点を結ぶ直線とその接続

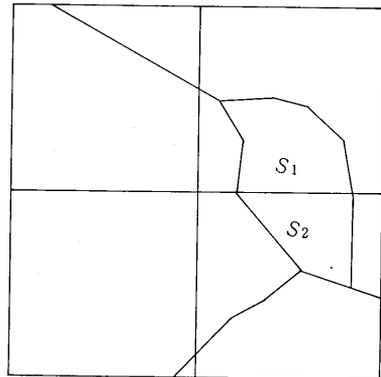


(a)



(b)

(a) + (b)



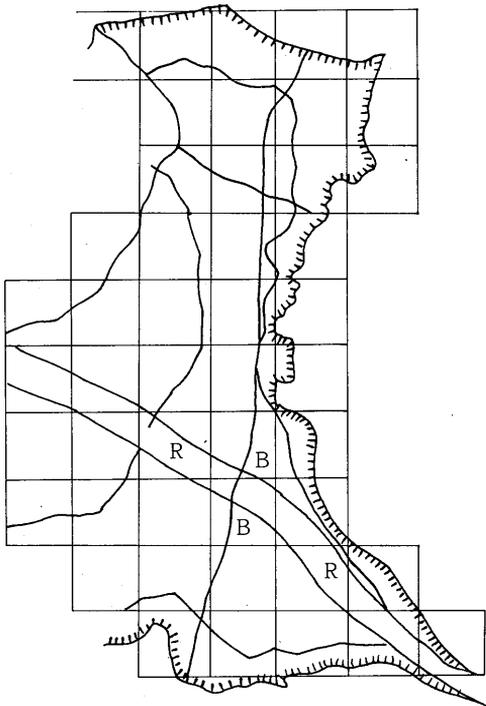
(c)

第 1 図

関係を与えることにより表現することができる。

以上のごとき地理的表現に必要な諸量を計算機内に記憶させれば、計算機より必要な地理的な情報をグラフィックディスプレイ上に表示することができる。(この方法によれば地図をそのまま点的表示により蓄積するよりもはるかに少ない記憶容量ですますことができる)。

これらの方法を用いるに際してメッシュを構成する網の目を作ることと、多角形の頂点および折線の各端点の座標を計測する問題があるが、前者は国土数値情報システムにより全国に網の目が張られて居り、又後者の座標の計測に際してデジタイザと計算機を直結することにより容易に座標を求めることは可能である。(計測は半自動的に行うことができ



斜線内は氾濫想定区域を、Rは河川をBは橋梁を示す。線は国道を、正方形は標準メッシュを示す。

第2図 氾濫想定区域図

る)。ここに示した方法は全く新しいものではない。メッシュ法は既に国土数値情報システムとして国土庁で実施されて居り、ポリゴナル法は都市情報システム (Urban information system) として建設省が開発し、現在西宮市において道路によって作られる多角形で市を覇う方法で実施中である。しかし氾濫想定地域のごとく限られた地域に対して2つの方法を結合して使用する例はなく、この提案が最初である。或る地域に対してモデル的に作成したメッシュポリゴナルの図面を第2図に示す。

2. 細分化された地域内における社会、

経済に関する情報の推定

細分化された地域内の社会、経済情報を直接求めるためには、人口に関しては住民台帳より、経済情報に関しては工業、商業、農業センサスの個票より集計することにより得られるが、その手間と費用は莫大なものとなる。

従って実現は不可能に近い。他方国土情報システムには全国にまたがるメッシュの夫々について国勢調査、工業、商業、農業センサスおよび事業所統計に関する情報が盛り込まれており、これを利用することにより基本的な数値は容易に得られる。ただしこれらのデータは一定の間隔で実施されたデータであるために、補正が必要となる。補正は経年変化を外挿して求めるが、更に市町村全般の変化もこの補正の中に附加する。

又ポリゴナル法による多角形内の情報はメッシュ内に含まれる多角形の面積で比例配分して和を取ることにより推定され次式で示される。(第1図C参照)

$$X_p = \sum_p X_i \cdot S_i$$

ここに、 X_i : i番目のメッシュの社会経済の量

S_i : i番目のメッシュ内に含まれる多角形の面積 (km²単位)

Σ : 多角形を含むメッシュに関する
P
総和

を取ること示している。

この方法を取ることに依って氾濫想定地域内における等高線が囲む区域(この部分が氾濫の生じた場合の浸水地域となる。この等高線は堤防の破壊箇所、水位、その他によりいくつかのレベルとなる)内の社会、経済情報を推定することができる。これ等の方法は一見非常に乱暴な方法のようであるが、メッシュ内の社会、経済の諸量が位置により大きくバラツキを伴っていない限り可成り安定して居り、特殊な状況を外にはバラツキは30%以内におさまる様である。(メッシュ内を100等分した場合についていくつかの例に対して検討して得られた値である)

メッシュデータよりポリゴナルデータを分割、結合することにより近似的に推計が可能である。

3. 縦割り行政における情報の統合

縦割り行政の中で従来の方法で単にデータを集めるだけで情報の統合をはかることは不可能に近い。このためには各関係機関の有するデータによってデータベースを作り、計算機による統合をはかるのもその方策の一つである。計算機によって処理されるデータベースを構築するに当ってデータベースの構造が余りにも固定化されるような型のデータベースであれば、縦割り行政の歪を受けてデータベースを作ることが不可能となる。従ってデータベースの構造としてはデータ構造が固定化された CODASYL 型や Tree 型のようなものではなく、Relational 型データベース又はそれに近いものが適当と思われる。この程のデータベースはデータ構造を厳密に規定することなく、関係する情報を含むファイル群を必要に応じて結合キーによって関係づける型のものである。この型のデータベースを採用することによって、各機関の独立性をそこなうことなく、各機関の保有する業務処理用台

帳を基にして総合データベースを作ることができる。それには結合のためのキーを各ファイルに含ませることにより、各台帳を基にしたファイルを結合することができる。

このようなシステムでは一般に複雑な検索が必要となる場合は少なく、従って検索用キーとしては容易に指定できる。それに対して各ファイルを目的に応じて結合する結合キーは統合化の中心となるものであるので慎重に選出しなければならない。各ファイルの内容は統一されることが望ましいが、これは現実には可成り困難である。最低の要求としてはデータの同尺化、同次元化が満されなければならない。(計算機の中でデータを変換して同尺化、同次元化を行なわせることも不可能ではない)。災害が発生したときにデータベース内の情報を迅速に検索して、対策を立てる必要が起って来る。

従ってこのデータベースを管理するデータベースマネジメントシステムには使い易いエンドユーザ言語が存在することが不可欠の条件となる。

上記のような形で地理情報を計算機内に入れることで一応の地理的表現は可能であるが、更に詳細を知りたい場合には地図によらなければならない場合がある。又河川、道路等の構造、施設物の能力に関してはその概要は数量化して計算機に取り入れられるが、それらの詳細に関しては図面に依る場合も想定される。これに対してはビデオファイルに地図、図面を格納して置き、これもデータベースの一部分のごとく見せかける。

必要があればデータベースを検索すると同様に計算機よりの指令によって該当する図面、地図の画面をグラフィックディスプレイ上に表示するとともにデータベース内の数値又は文字情報をその上に重ねるようにする。このような装置及びソフトの開発によって画像情報と文字、数値情報を同一水準において取扱うことができる。(これは単に同一水準において

4) メッシュ内における消防警察関係機関の位置座標と名称およびコード, 学校医療機関および避難所となり得る神社, 佛閣, 公園等の位置座標と名称およびコードを含んでいる。

2. 国土数値情報ファイル

このファイルは国土庁により既に発行されており, メッシュ番号, 地形, 地質, および社会経済データを包含している。

3. 河川台帳(1級河川)ファイル

建設者管轄下の河川に関して距離杭区間を単位とし, その間に在る施設(ダム, 堤防, 護岸, せき等)の種類, 名称, 位置, 機能を包含している。

4. 河川台帳(2級河川)ファイル

県の管轄下の河川の施設に関する情報を包含しているが, その様式, 内容等は3の河川台帳と異なってもよい。

5. 道路台帳(国道)ファイル

建設者管轄下の道路に関して距離杭区間を単位とし, その間における道路構造, および施設の種類, 名称, 位置機能を包含している。

6. 道路台帳(主要地方道)ファイル

県の管轄下の道路の構造および施設に関する情報を包含している。しかし4と同様にその様式, 内容等は必ずしも統一されている必要はない。

7. 水防台帳ファイル

水防資材倉庫の名称位置, 在庫盗材の内容を含んでいる。

8. 水防警備台帳ファイル

消防, 警察に関する情報を含むもファイルで位置名称, コードおよび災害時出動可能人員数等の情報を含んでいる。

9. 避難先ファイル

地域内の医療機関名, コード, 能力(ベッド数, 常勤医師数, 特殊設備等)および避難所となり得る学校, 神社佛閣, 公園等の標高, 収客人員等の情報を包含する。

10. 水系河川番号ファイル

このファイルは氾濫想定地域に流入する水系名, およびこの流域に在る河川の河川番号および, それらの河川の接合条件(流入地点の座標, および距離杭区間番号)が与えられている。

11. 河川情報ファイル

このファイルは既にシステム化されている河川情報システムよりのデータによって構成する。対象流域内の水文観測データをリアルタイムで受けて, ファイルを作る。通常の場合にはリアルタイムで受ける流量等のデータは統計情報として集約するかデータは捨てる。

しかし非常時にはリアルタイムで受けたデータを表示し, 河川の状況をリアルタイムで知れるとともにこの情報をファイルする。

以上は各ファイルの内容について述べたが各ファイルには各ファイル相互を結びつける結合キーが組込まれる。各ファイルにおける結合キーと各ファイルの結合情況を示すものが第2表である。

§ 結 言

氾濫想定地域は指定はされているもののその地域に関する各種情報はマチマチに取られ, 地図, 図面, 台帳, 等形式, 内容も統一されていない。この新しく提案する方法は類いのもは既に存在するが, これ等をいかに結合させて統一的なものを作るかが重点であることは述べて来た。アイデアの段階では結合, 統合は簡単であるが, 実システムを組み, これを稼働させるとなると未だ多くの問題を含んでいる。特にその代表的なものとして各台帳の詳細な内容, メッシュ, ポリゴナル両方法を採用したときの具体的な検索方法, 更に図形をファイルするビデオデスクシステムとデータベースの結合などがあげられる。これらは問題であるが解決不能のものではない。このようなシステムの完成を望む次第である。

終りにこの考察に対して貴重な御意見をいただいた北陸地建の方々の御厚意に対して感

	地理情報ファイル	国土数値情報ファイル	河川(二級河川)台帳	河川(二級河川)ファイル	道(国道)台帳	道(主要地方道)ファイル	水防台帳	水防警備台帳	避難所ファイル	ビデオファイル	水系河川番号ファイル
メッシュ番号	○	○									○
河川番号	○		○	○							○
路線番号	○				○	○					
距離杭区間番号	○		○	○	○	○					
距離杭区間番号	○		○	○	○	○					
国道、主要地方道交差点コード	○				○	○					
河川合流点コード	○		○	○	○	○					
橋梁番号			○	○	○	○					
図面番号			○	○	○	○				○	
地図番号	○									○	
水防倉庫コード	○						○				
水防警備コード	○						○				
避難所コード	○							○			

第 2 表

謝する。

参考文献

- 1 S. Angle; G. M. Hyman: Urban Field: Pion Limited
- 2 M. ISHAMOS: Computational Geometry: Yale University Press
- 3 建設省：都市情報に関する研究
- 4 北陸地方建設局：北陸地方建設局情報システム基本構想：北陸技術事務所
- 5 北陸地方建設局：北陸地方建設局データベース基本設計：北陸技術事務所
- 6 地方自治情報センター：地域情報システムに関する研究：地方自治情報センター

(1982年9月28日受付)