

表 5.1.5 「修理件数：3 件以上」の判別モデル（数量化理論第Ⅱ類）

項目名	6 items		5 items		4 items		3 items	
CIP比率	7.66	1位	7.76	1位	7.75	1位	8.42	1位
世帯数	0.66	2位	0.67	2位	0.68	2位	0.73	2位
地形分類	0.57	3位	0.57	3位	0.58	3位	0.59	3位
土質分類	0.22	4位	0.22	4位	0.22	4位	—	—
78以前300以下比率	0.12	5位	0.12	5位	—	—	—	—
平均水圧	0.07	6位	—	—	—	—	—	—
判別の中率	72%		72%		75%		73%	
相関比	0.082		0.082		0.082		0.081	

2) 数量化理論第Ⅰ類による漏水量の推定モデル

外的基準を「漏水量」とした数量化理論第Ⅰ類の適用を試みた結果、表 5.1.6 に示すレンジ順位及び自由度調整済み重相関係数が得られた。なお、レンジの大きさに従ってモデルに使用するアイテム数を減少させる方法は、配水管修理件数を外的基準とした時と同様に、前掲表 5.1.2 の 7 アイテム（残存鉛管延長比率を含む）を用いて行った。

表 5.1.6 「漏水量」の推定モデル（数量化理論第Ⅰ類）

項目名	7 items		6 items		5 items		4 items		3 items	
世帯数	0.60	1位	0.60	1位	0.60	1位	0.61	1位	0.62	1位
CIP比率	0.39	2位	0.39	2位	0.40	2位	0.40	2位	0.43	2位
鉛管比率	0.19	3位	0.19	3位	0.21	3位	0.22	3位	0.22	3位
地形分類	0.12	4位	0.12	4位	0.12	4位	0.12	4位	—	—
平均水圧	0.07	5位	0.07	5位	0.07	5位	—	—	—	—
78以前300以下比率	0.05	6位	0.05	6位	—	—	—	—	—	—
土質分類	0.03	7位	—	—	—	—	—	—	—	—
重相関係数	0.651		0.651		0.651		0.649		0.643	
自由度修正済み重相関係数	0.650		0.650		0.650		0.649		0.643	

3) 各モデルに対する考察

本研究で提案する安全性評価モデルは、実用性の観点から、できる限りシンプルの方が望ましい。そこで、最終的なモデルに使用すべきアイテム数は、表 5.1.3 から表 5.1.4 の判別の中率、並びに前章 2. で示した要因関連図の結果を踏まえ、表 5.1.7 に示す 4 アイテムが妥当であると判断した。なお、図 5.1.4 から図 5.1.7 に、各モデルのカテゴリースコアグラフを示す。

各モデルに共通するアイテムとして、「CIP管延長比率」、「世帯数」、「地形分類」が採用され、修理件数を外的基準としたモデルでは「'78年以前300mm以下延長比率」、漏水量を外的基準にしたモデルでは「残存鉛管延長比率」がそれぞれ追加されている。外的基準の異なるモデルを作成したものの、結果的には似通ったモデル構造となっている点から、配水管・給水管双方への共通した影響傾向が読み取れる。これは、配水管・給水管の対策を一体的に行うこと、例えば、配水管の改良工事に併せて実施する給水管の取替えといった取り組みが、水道管路システムの更新を進めて行く上で1つの有効策となり得ることを示唆している。

表 5.1.7 モデルに使用する4アイテム

レンジ順位	配水管修理件数			漏水量
	1件以上	2件以上	3件以上	
1位	CIP管比率	CIP管比率	CIP管比率	世帯数
2位	世帯数	世帯数	世帯数	CIP管比率
3位	'78年前300mm	地形分類	地形分類	鉛管比率
4位	地形分類	'78年前300mm	土質分類	地形分類

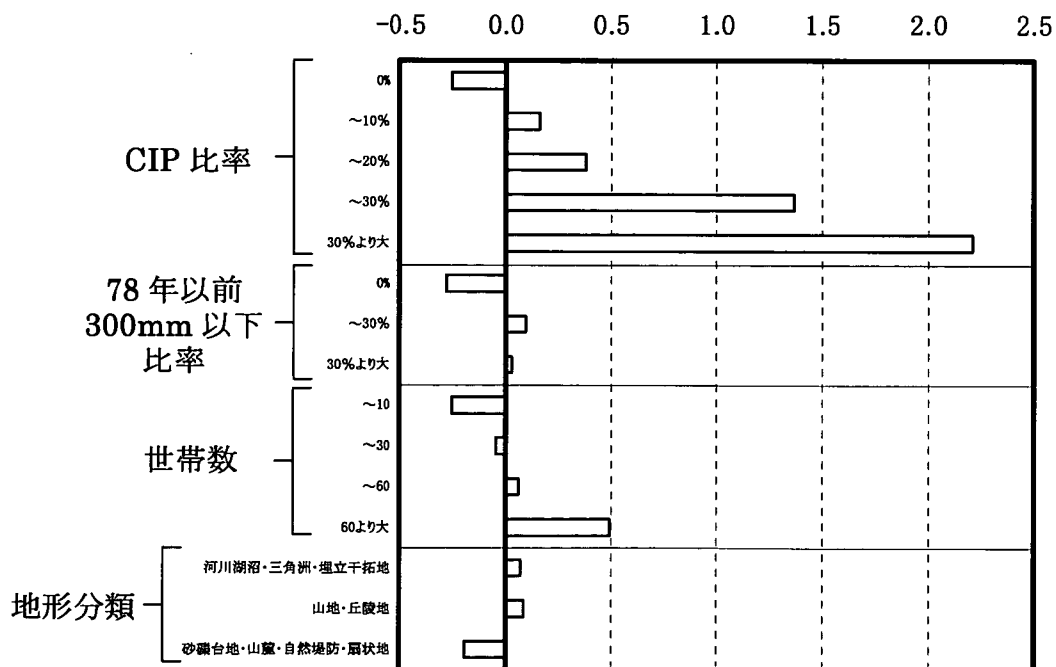


図 5.1.4 「1件以上」のカテゴリースコアグラフ  
(数量化理論第Ⅱ類による判別モデル)

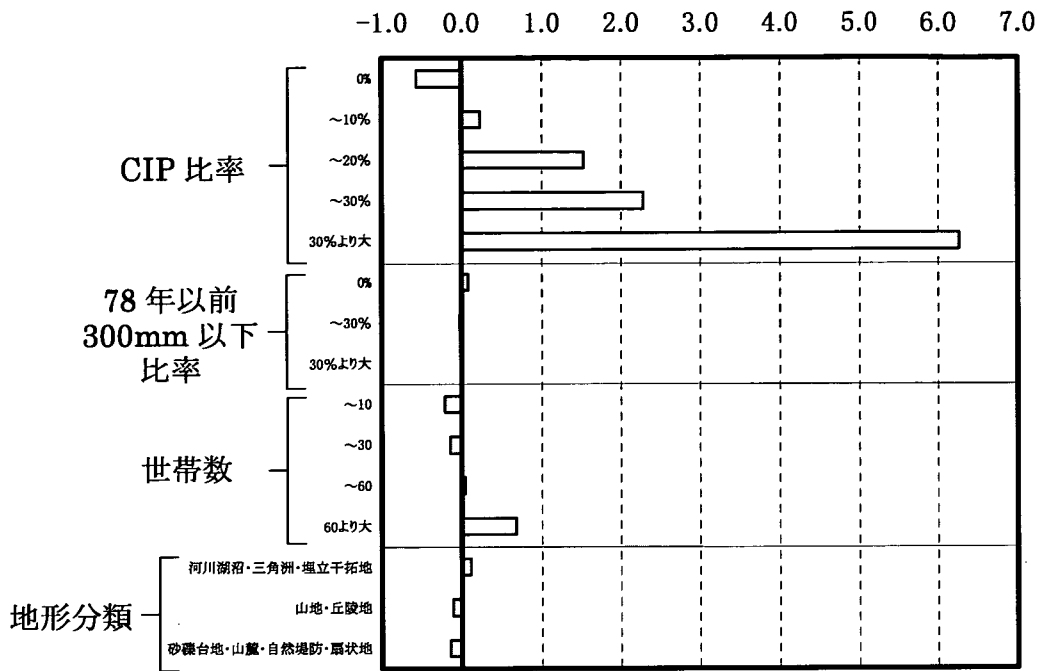


図 5.1.5 「2件以上」のカテゴリースコアグラフ  
(数量化理論第Ⅱ類による判別モデル)

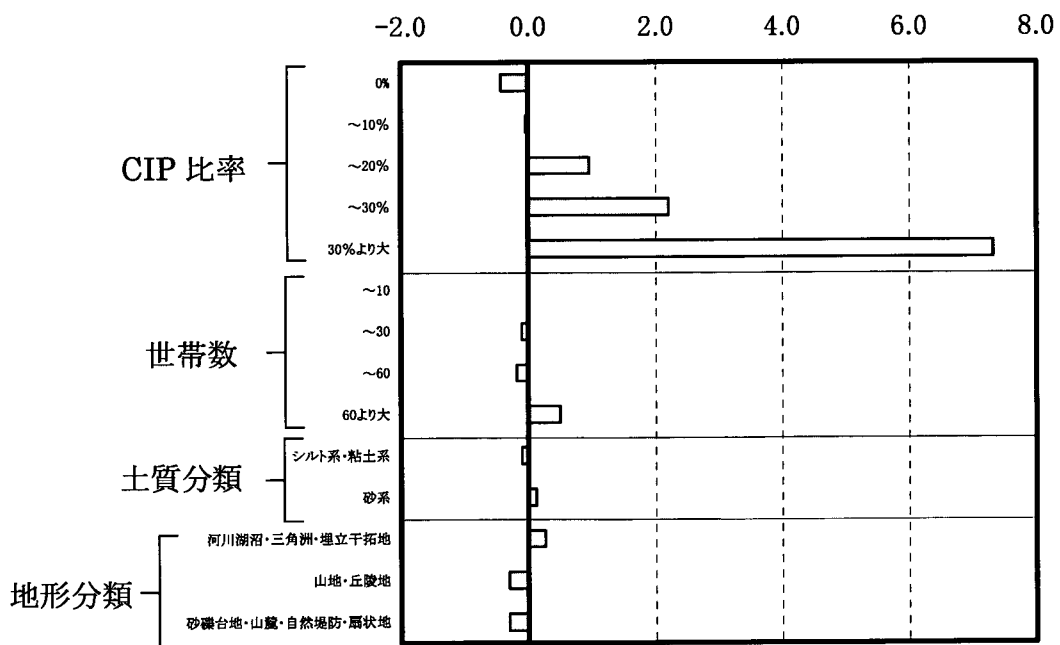


図 5.1.6 「3件以上」のカテゴリースコアグラフ  
(数量化理論第Ⅱ類による判別モデル)

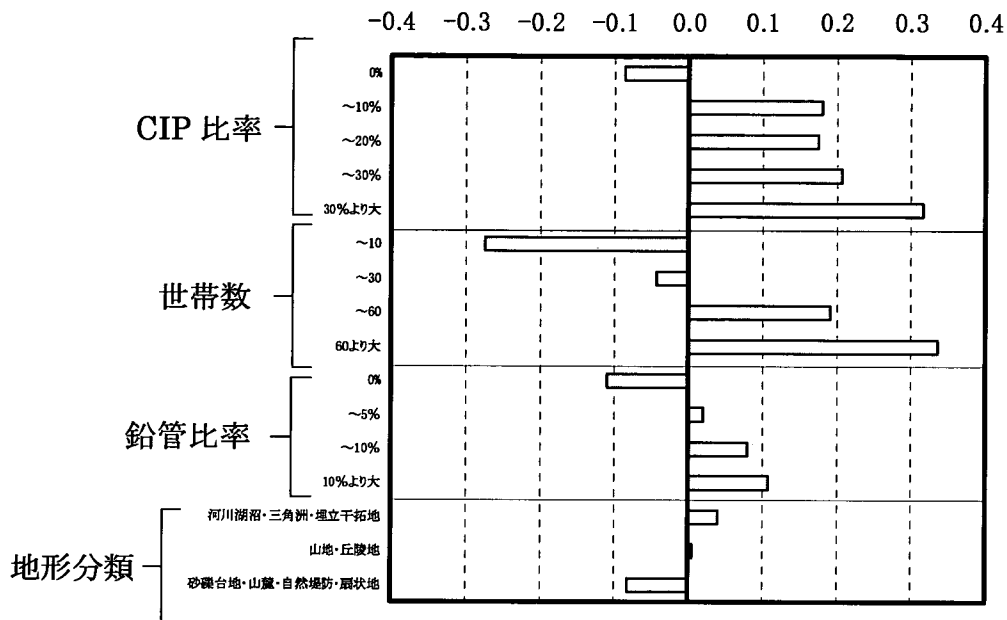


図 5.1.7 「漏水量」のカテゴリースコアグラフ  
(数量化理論第 I 類による推定モデル)

ここで、BAD 群の修理件数の基準を変更した場合の 3 つのモデルを比較する。表 5.1.7 におけるレンジ順位の 3 位及び 4 位に着目すると、「'78 年以前 300mm 以下延長比率」のアイテムは、修理件数：2 件以上の時に 3 位から 4 位に下がり、代わって「地形分類」が 3 位に、さらには修理件数：3 件以上の時に「'78 年以前 300mm 以下延長比率」に代わって「土質分類」が 4 位に採用されている。修理件数の基準を引き上げることで、判別的中率での改善が認められる反面、相関分析の結果では必ずしも大きな影響度を有していなかった「土質分類」が、モデルのアイテムとして採用される現象を生じている。こうした原因は、外的基準である BAD 群のデータ数が、修理件数：2 件以上及び 3 件以上のモデルにおいて減少したことに関係していると考えられる。また、同じアイテムを採用する修理件数：1 件以上及び 2 件以上のモデルを比較すると、図 5.1.4 及び図 5.1.5 で示されたように、2 件以上のモデルでは「'78 年以前 300mm 以下延長比率」のカテゴリースコアの大小関係に矛盾（ポリスリーブ無しの配水管が存在しない[0%]にも関わらず、存在するメッシュよりも修理件数：有[カテゴリースコアが正]に寄与する結果）が生じている。

そこで、本研究で提案する配水管の安全性評価モデルは、「修理件数の有無」を外的基準にしたモデルの内、次式に示す「修理件数：1 件以上」のモデルに決定する。

以下、このモデルを「事故リスク評価モデル」と呼ぶこととする。

$$Y_i = -0.2515 \times A_1 + 0.1617 \times A_2 + 0.3797 \times A_3 + 1.3695 \times A_4 + 2.2112 \times A_5 \\ - 0.2771 \times B_1 + 0.0982 \times B_2 + 0.0306 \times B_3 \\ - 0.2508 \times C_1 - 0.0445 \times C_2 + 0.0653 \times C_3 + 0.4914 \times C_4 \\ + 0.0738 \times D_1 + 0.0875 \times D_2 - 0.1926 \times D_3$$

ただし、

$Y_i$  : サンプルスコア (合成変量)

$A_i$  : CIP 管 (鋳鉄管) 延長比率 (0%、~10%、~20%、~30%、30%より大)

$B_i$  : '78年以前 300mm 以下延長比率 (0%、~30%、30%より大)

$C_i$  : 1 ha 当たり世帯数 (~10[世帯/ha]、~30[世帯/ha]、~60[世帯/ha]、60[世帯/ha]より大)

$D_i$  : 地形分類 (河川湖沼・三角州・埋立干拓地、山地・丘陵地、砂礫大地・山麓・自然堤防・扇状地)

一方、「漏水量」を外的基準にした安全性評価モデルは、次のとおりである。以下、このモデルを「漏水リスク評価モデル」と呼ぶこととする。

$$Y_i = -0.0863 \times A_1 + 0.1805 \times A_2 + 0.1758 \times A_3 + 0.2077 \times A_4 + 0.3165 \times A_5 \\ - 0.2742 \times B_1 - 0.0409 \times B_2 + 0.1924 \times B_3 + 0.3363 \times B_4 \\ - 0.1097 \times C_1 + 0.0200 \times C_2 + 0.0804 \times C_3 + 0.1079 \times C_4 \\ + 0.0406 \times D_1 + 0.0054 \times D_2 - 0.0821 \times D_3 \\ + \underline{0.5384} \text{ (定数項)}$$

ただし、

$Y_i$  : サンプルスコア (合成変量)

$A_i$  : CIP 管 (鋳鉄管) 延長比率 (0%、~10%、~20%、~30%、30%より大)

$B_i$  : 1 ha 当たり世帯数 (~10[世帯/ha]、~30[世帯/ha]、~60[世帯/ha]、60[世帯/ha]より大)

$C_i$  : 残存鉛管延長比率 (0%、~5%、~10%、10%より大)

$D_i$  : 地形分類 (河川湖沼・三角州・埋立干拓地、山地・丘陵地、砂礫大地・山麓・自然堤防・扇状地)

#### (4) モデルによる診断方法の実際

##### 1) サンプルスコアを基準にした診断方法

###### ① 事故リスク評価モデルの場合

事故リスク評価モデルにメッシュのデータ属性（各カテゴリースコア）を代入することで、当該メッシュのサンプルスコア  $Y_i$  が計算できる。このサンプルスコアが、判別的中点（ $Y_i = -0.0432$ ）より大きい場合には群1（BAD 群）、判別の中点より小さい場合には群2（GOOD 群）として判別される。サンプルスコアの大小と判別結果の対応関係について考えると、絶対値の小さい（判別の中点に近い）サンプルスコアよりも、絶対値の大きい（判別の中点から正及び負の方向に離れた）サンプルスコアの方が判別精度は良好となる。すなわち、サンプルスコアが大きいほど群1（BAD 群）である傾向が強く、逆に、サンプルスコアが小さいほど群2（GOOD 群）である傾向が強くなる。こうした傾向を確率論的に表現するため、本研究では図 5.1.8 に示す累積度数グラフに基づいて検討することにする。なお、図中の「群1の累積度数[%]」はサンプルスコア昇順（サンプルスコアの小さい方から順番）に BAD 群の累積度数を、「群2の累積度数[%]」はサンプルスコア降順（サンプルスコアの大きい方から順番）に GOOD 群の累積度数を取り、各々の全体数に対する百分率[%]で示したものである。サンプルスコアが大きくなるに従い、群1の累積度数[%]が徐々に高まる関係が読み取れる。本研究では、この群1の累積度数[%]を、各サンプルスコアに対応する事故リスクの大きさと捉え、表 5.1.8 の事故リスク対応表を用いたメッシュの診断方法を提案する。

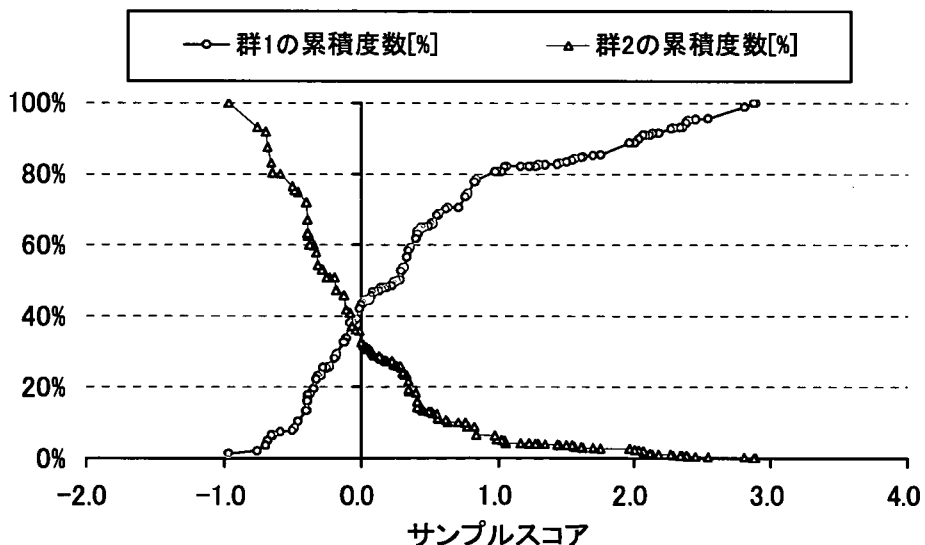


図 5.1.8 事故リスク評価モデルの累積度数グラフ

表 5.1.8 事故リスク対応表 (10 段階)

事故リスク	対応する サンプルスコア	データ数	事故リスク	対応する サンプルスコア	データ数
90% 以上	2.8882 } 2.0647	n=103	40% 以上	0.2554 } -0.0143	n=302
80% 以上	2.0329 } 0.9754	n=169	30% 以上	-0.0448 } -0.1241	n=302
70% 以上	0.8387 } 0.6169	n=162	20% 以上	-0.1780 } -0.3304	n=355
60% 以上	0.5631 } 0.3989	n=244	10% 以上	-0.3482 } -0.4580	n=484
50% 以上	0.3579 } 0.2830	n=236	10% 未満	-0.4857 } -0.9720	n=676

②漏水リスク評価モデルの場合

漏水リスク評価モデルに関しても、事故リスク評価モデルと同様に、メッシュのデータ属性を代入することでサンプルスコア  $Y_i$  を計算することが可能である。ただし、この計算では定数項 (サンプルの平均値) を加算する点で異なっており、漏水リスク評価モデルのサンプルスコアは漏水量の推定値に相当する。

ここで、漏水リスク評価モデルのサンプルスコアに関するヒストグラムを図 5.1.9 に示す。なお、図中の折れ線は、サンプルスコア昇順 (サンプルスコアの小さい方から順番) に累積度数を取った場合の百分率 [%] を表わす。先の事故リスク評価モデルで検討した内容を踏まえ、漏水リスク評価モデルに関しても同様の診断方法の提案を行う。すなわち、サンプルスコアが大きいほど、漏水リスクの高いメッシュであるとの解釈に基づき、表 5.1.9 に示した 4 段階によるメッシュの診断を試みる。

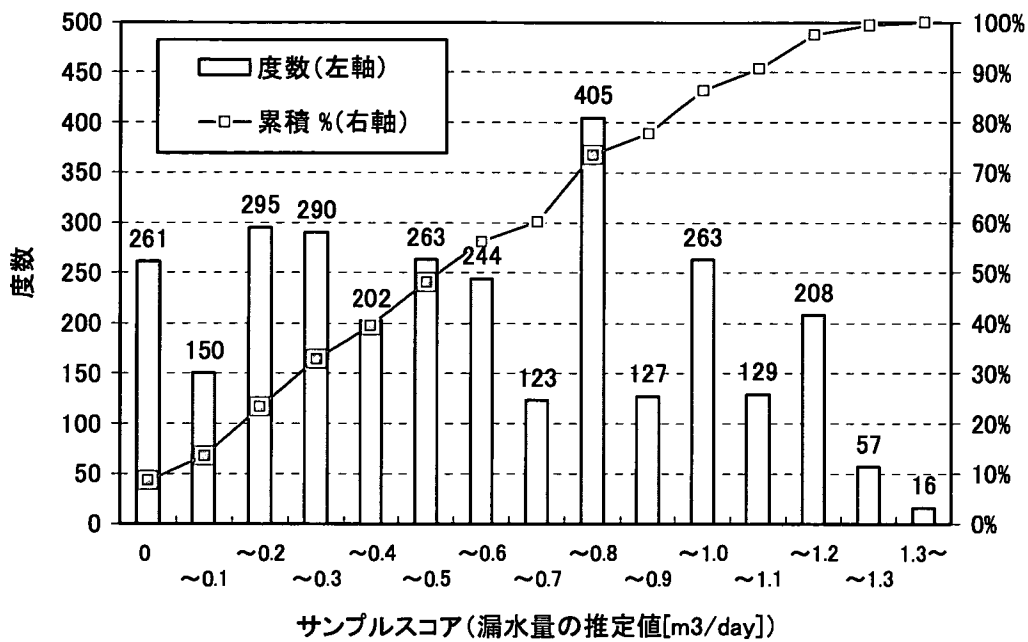


図 5.1.9 漏水リスク評価モデルのサンプルスコアに関するヒストグラム

表 5.1.9 漏水リスク対応表（4段階）

漏水リスク	対応するサンプルスコア (右側:累積度数[%]の範囲)		データ数
A	0.5以下	50%以下	n=1,461
B	0.5より大 0.7以下	50%~ 70%	n=367
C	0.7より大 1.0以下	70%~ 90%	n=795
D	1.0より大	90%以上	n=410

注:漏水リスクはAが最も安全でDが最も危険を意味する。



## 2) 適用結果と考察

図 5.1.10 及び図 5.1.11 に事故リスク及び漏水リスク評価モデルによる診断結果を示す。

図 5.1.10 事故リスク評価モデルによる診断結果

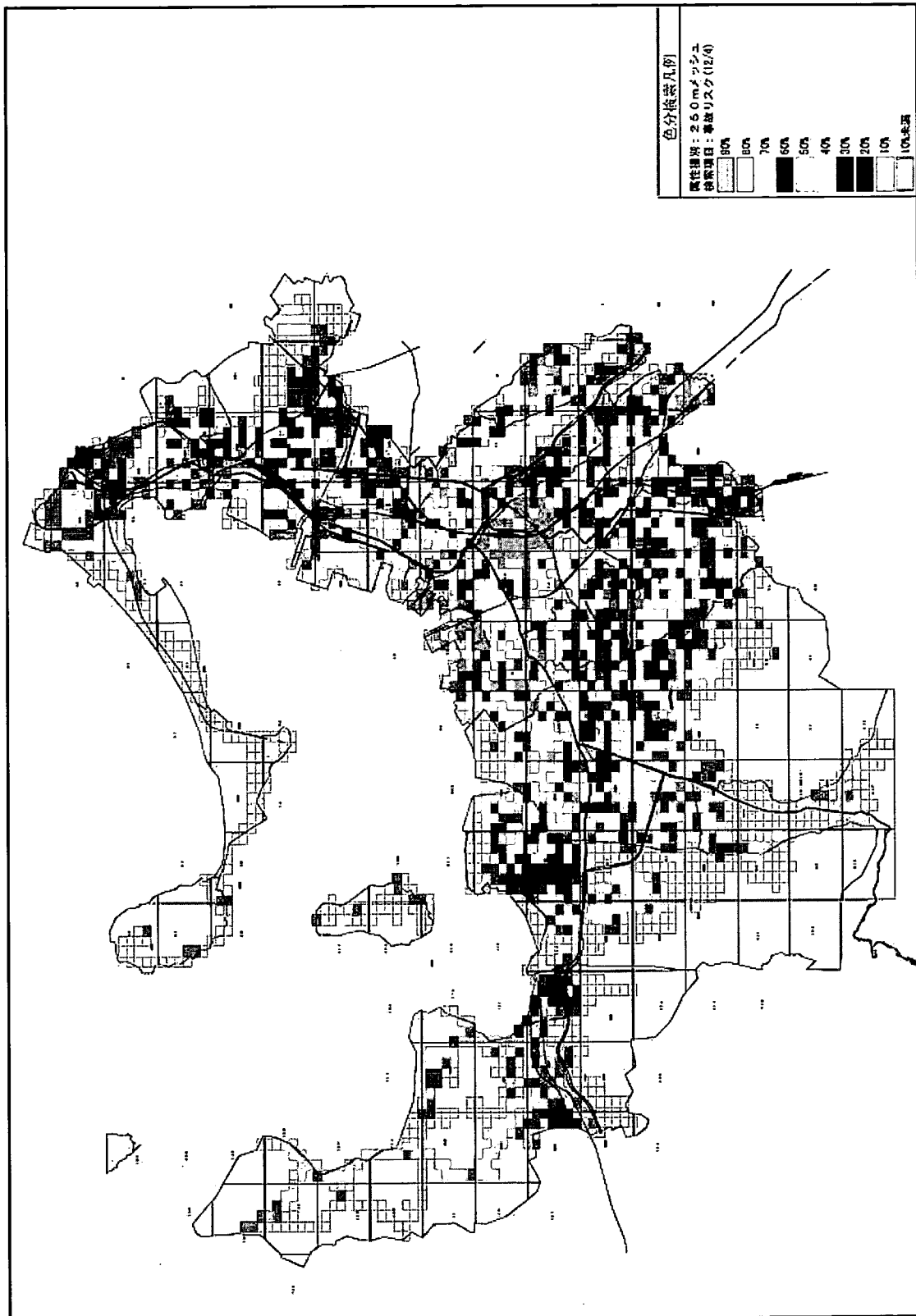
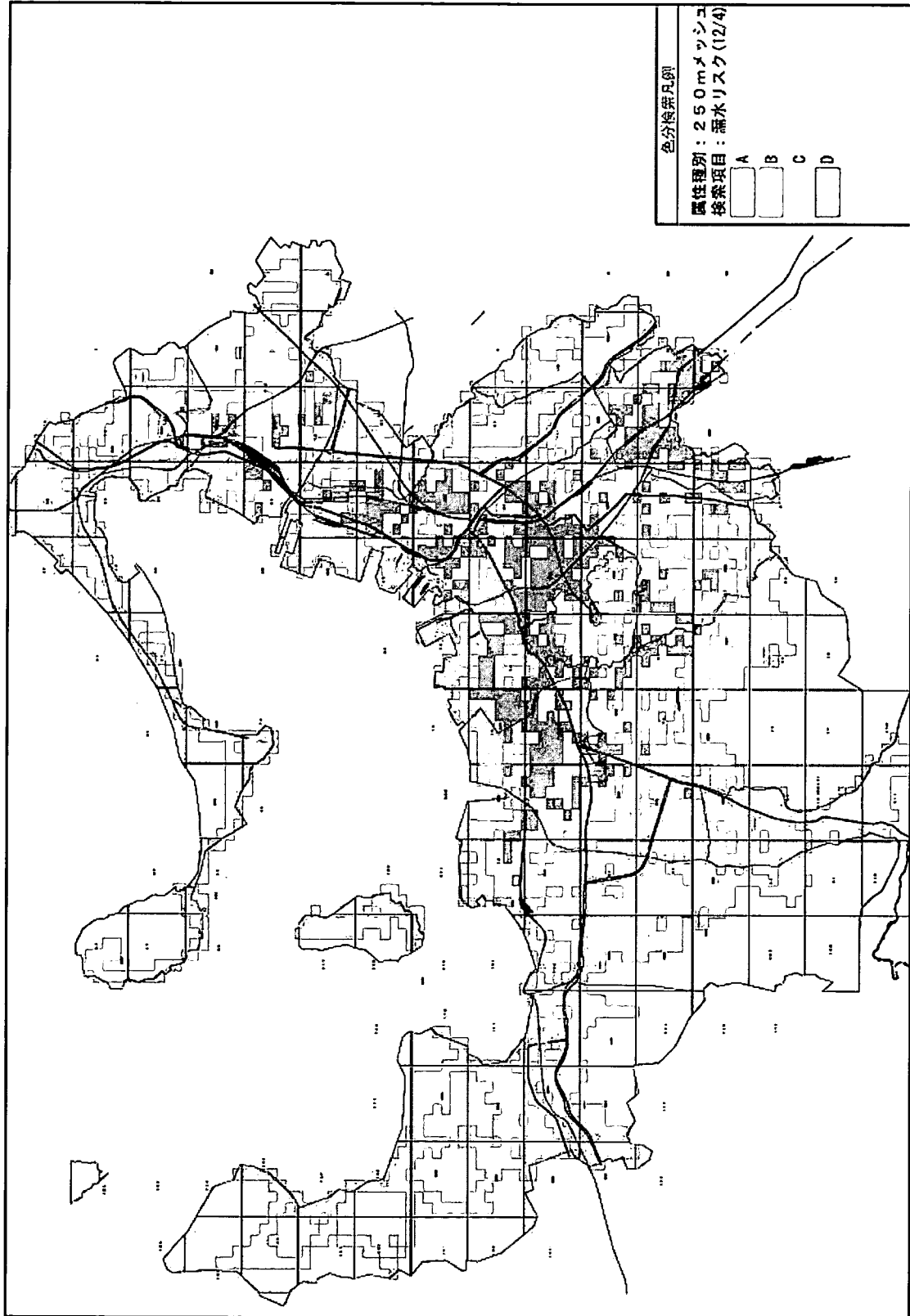


図 5.1.1.11 漏水リスク評価モデルによる診断評価



提案したモデルの有効性を検証するため、全メッシュの中から一部の地区（以後「モデル地区」と呼ぶ）を選定し、モデルによって得られる診断結果をより詳細に考察して行くことにする。今回の対象は、図 5.1.12 に示す計 16 メッシュ分（1 km × 1 km）とする。

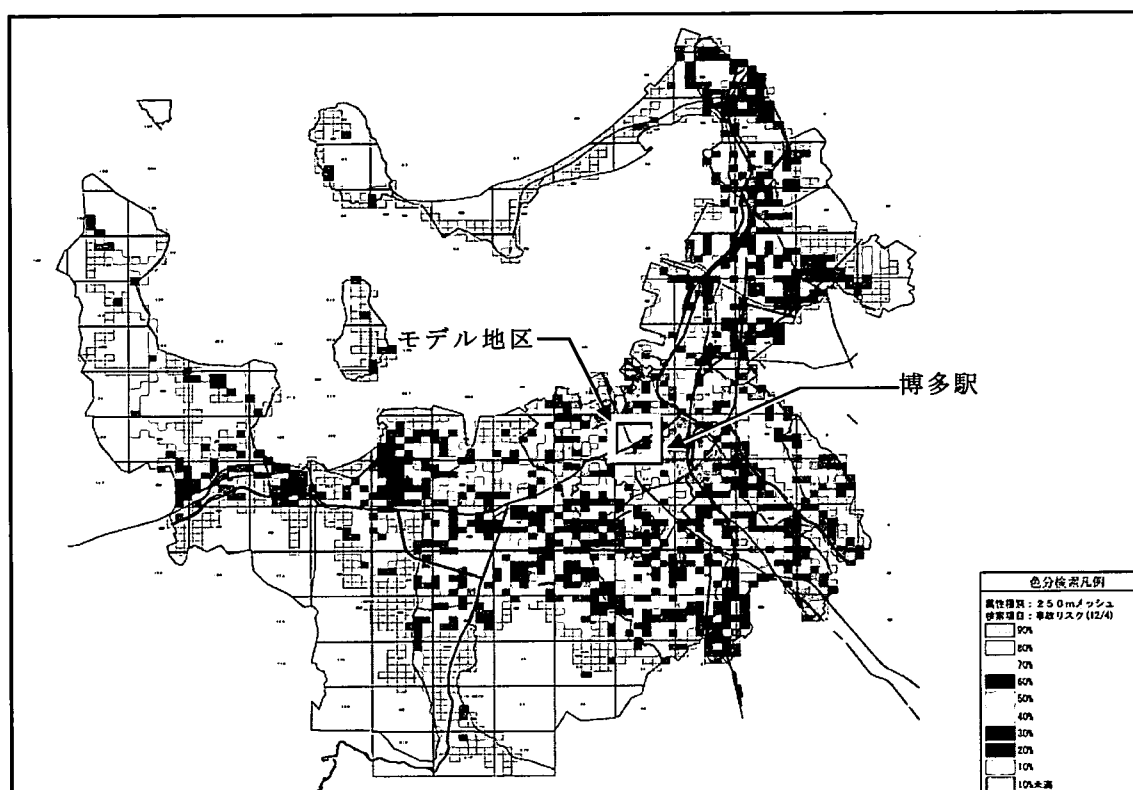


図 5.1.12 モデル地区

ここで、事故リスク及び漏水リスク評価モデルを融合させた診断方法について簡潔に述べる。基本的な枠組みとして、作成した2つのモデルの内、事故リスク評価モデル（数量化理論第Ⅱ類）による診断内容を主軸に置きながら、漏水リスク評価モデル（数量化理論第Ⅰ類）の結果も統合し、より多角的な評価方法の検討を行う。こうした主従関係を採用する背景には、単に主題となる配水管のみを扱うのではなく、給水管も含めた水道管路システム全体に視野を広げることで、より効果的な管路更新の実現を目指すといった狙いがある。以下では、モデル地区での適用結果を具体例にしながら、2つのモデルの診断結果（図 5.1.13 及び図 5.1.14 参照）をどのように解釈すれば良いのかを示すこととする。

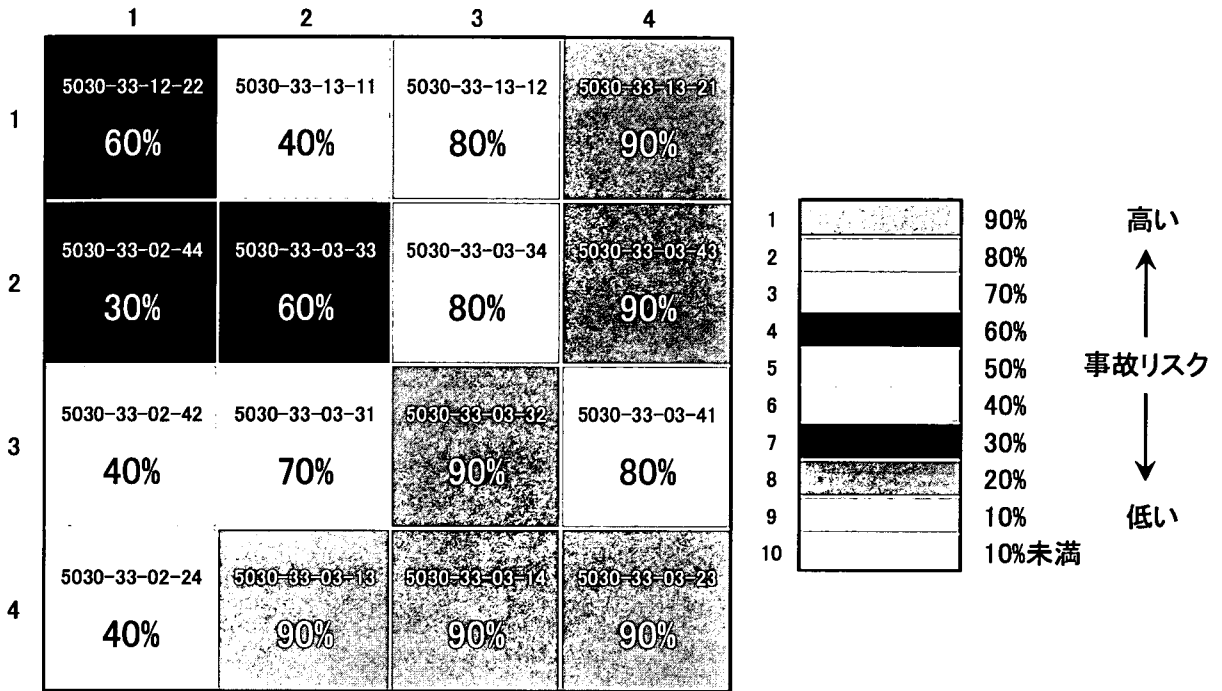


図 5.1.13 モデル地区の事故リスク診断結果

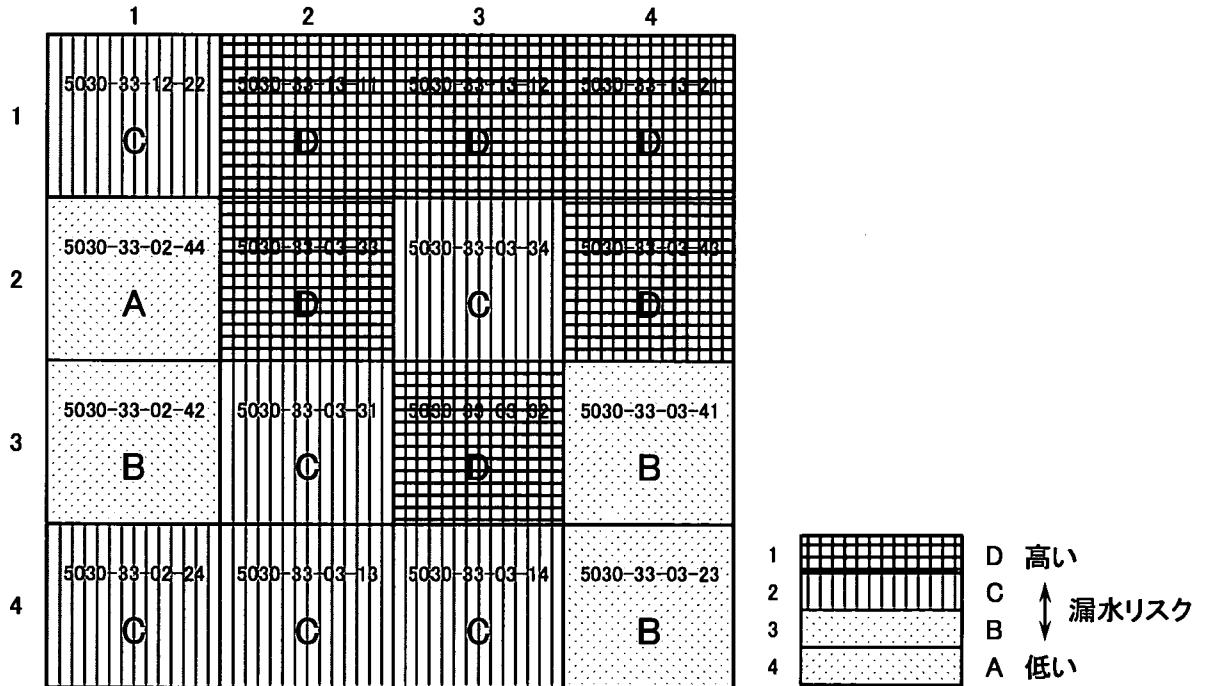


図 5.1.14 モデル地区の漏水リスク診断結果

モデル地区における事故リスクと漏水リスクの対応関係を整理すると、表 5.1.10 のようになる。なお、同表の最右列に示す「総合評価」とは、漏水リスクが「D」の場合に「+」、「A」及び「B」の場合には「-」を付け、漏水リスク評価の結果を事故リスクに加味して集計したものである。

表 5.1.10 事故リスクと漏水リスク評価モデルによる総合評価

		メッシュ番号	事故リスク (10段階)	漏水リスク (4段階)	総合評価
A	a1	5030-33-12-22	60%	C	60
		5030-33-13-11	40%	D	40+
		5030-33-03-33	60%	D	60+
		5030-33-02-44	30%	A	30-
	a2	5030-33-13-12	80%	D	80+
		5030-33-13-21	90%	D	90+
		5030-33-03-43	90%	D	90+
		5030-33-03-34	80%	C	80
	a3	5030-33-03-32	90%	D	90+
		5030-33-03-41	80%	B	80-
		5030-33-03-23	90%	B	90-
		5030-33-03-14	90%	C	90
	a4	5030-33-02-42	40%	B	40-
		5030-33-03-31	70%	C	70
		5030-33-03-13	90%	C	90
		5030-33-02-24	40%	C	40

結果を考察すると、例えば、事故リスク「90%以上」と診断された計6メッシュの内、総合評価で「90+」のメッシュが3個、「90-」が1個含まれる。こうした場合には、同じ事故リスクであっても、漏水リスクが高い「90+」から最優先に着手し、続いて「90」「90-」の順番で対策を講じることで、更新事業の効果が向上すると判断できる。同様にして、総合評価の数値が大きなメッシュから作業計画を策定しながら、複数のメッシュが該当する際には、「+」「-」の情報を元に、より綿密な優先順位を決定すれば良い。ただし、メッシュ番号 5030-33-13-11 のように、事故リスクの視点では他のメッシュに比べて対策の優先度は低いものの、漏水リスクでは「D」と診断されるケースも生じ得る。こうしたメッシュに関しては、給水管対策の観点から優先的な対応が望まれることから、別段の取り組みが必要と言える。具体的には、隣接するメッシュの事故リスクが高く、何らかの対応が検討されるのであれば、これらと一体的に更新事業を計画するといった柔軟なアプローチも有用と考えられる。

#### (5) おわりに

本研究では、配水管路の安全性評価を目的とした統計的分析を行い、配水管修理件数の有無及び漏水量の各々を外的基準にした、数量化理論Ⅱ類及び数量化理論Ⅰ類による安全性評価モデルを構築した。前者を事故リスク評価モデル、後者を漏水リスク評価モデルと呼ぶこととし、これらの2種類の安全性評価モデルを用いることにより、

各メッシュの簡易診断『問診』を行うことができると考えている。今後、提案したモデルを他の都市へ適用することや、管体調査・土質調査から得られたフィールドデータとモデルによる診断結果との比較等を行う予定である。

本研究を進めるに当たり、貴重なメッシュデータを提供していただいた福岡市水道局の中野直樹係長をはじめとする関係各位に心より感謝致します。また、本研究に際し協力を得た首都大学東京大学院の稲員とよの准教授並びに荒井康裕助手に謝意を表します。

#### 【参考文献】

- 1) 林知己夫 監修、駒澤勉 著：数量化理論とデータ処理、朝倉書店、1982
- 2) 小泉明・何王善・孫躍平：数量化理論による下水道管渠の損傷判別分析、環境工学研究論文集、Vol.38, pp.257-264, 2001
- 3) 小泉明 著：水道計画のための水需要予測の実際、水道管路技術センター（現在、水道技術研究センター）技術レポートNo.10, pp.12-26, 1991

---

#### 【補足①】福岡市における水道統計の概要

- ・ H16 配水管延長：3,693 [km] 約 3,700 km  
(管径 300 [mm] 以下：3,361 [km]、350 [mm] 以上：332 [km])
- ・ H15 給水人口：1,366,100 [人] 約 136 万人
- ・ 一日最大給水量：440,900 [m<sup>3</sup>] 約 44 万トン
- ・ 一日平均給水量：398,757 [m<sup>3</sup>] 約 40 万トン
- ・ 施設能力：748,100 [m<sup>3</sup>/日] 約 75 万トン

【補足②】安全性評価モデル（事故リスク評価モデル）のサンプルスコアの計算方法  
モデル式は、メッシュのデータ属性を代入し、サンプルスコアを計算することで目的の評価に活用できる。例えば、メッシュ番号 5030-23-62-11 のデータ属性は、

CIP 管（鋳鉄管）延長比率 →  $A_5$  (30%より大)  
'78年以前 300mm 以下延長比率 →  $B_2$  (~30%)  
1 ha 当たり世帯数 →  $C_4$  (60[世帯/ha]より大)  
地形分類 →  $D_2$  (山地・丘陵地)

であるので、

$$Y_i = 2.2112 + 0.0982 + 0.4914 + 0.0875 = 2.888$$

と計算される。このサンプルスコアに基づき、判別的中点より大きい場合、当該メッシュは群 1（BAD 群）と推定し、判別的中点より小さい場合には群 2（GOOD 群）と推定する。

## 5.2 数理化理論による配水管の安全性評価モデルに関する研究 —メッシュ評価モデルの汎用性の検証—

研究担当委員／首都大学東京大学院 小泉 明

### 1. はじめに

水道管路の多くは、高度経済成長時代に敷設され、現在、それらの老朽化が問題になりつつある。こうした経年管路に対しては、予防保全措置としての取り組みが重要であり、管路更新の遅れは将来における負の遺産を増大させることにもつながる。こうした状況を踏まえ、小泉・荒井ら<sup>1),2)</sup>は、管路の安全性を可能な限り効率的かつ簡易に診断・評価する手法の開発を目的に、数理化理論に基づくリスク評価モデルを提案している。この統計モデルは、F市水道局のマッピング情報（メッシュデータ）を用いて作成されたメッシュ評価モデルであり、優先的に対処すべき地区の特定化に供するものである。

しかし、提案したモデルを実際の更新計画に活用させるためには、モデルの汎用性を検証することが求められる。特に、モデルを作成した地域以外の場所でも広く用いることができるのか、或いは提案モデルをより一般的なモデルにする場合にどのような工夫が必要なのか等を明らかにすることは有用である。そこで本研究では、このモデルの適用性を検証するため、S市水道局のマッピング情報を用いたメッシュ評価を試み、提案モデルがどの程度汎用的に適用し得るのか等について考察する。

### 2. F市モデルの概要

本研究で検証すべきモデルは、配水管修理件数（群1：修理有り、群2：修理無し）を外的基準（目的変数）に数理化理論第Ⅱ類を適用したモデル（事故リスク評価モデル）と、漏水量（給水管[分水栓からメータまでの区間]における漏水防止量）を外的基準にした数理化理論第Ⅰ類によるモデル（漏水リスク評価モデル）である。モデルの説明変数については、管路材質の差異、外面被覆の有無、地形分類といった要因を検討した結果、共通するアイテムとして「铸铁管延長比率」「1ha当り世帯数」「地形分類」が採用され、事故リスク評価モデルでは「被覆無し・小口径延長比率」、漏水リスク評価モデルには「残存鉛管延長比率」がそれぞれ追加されている。

F市の計 3,033 個のメッシュデータ（250m×250m）を対象にした診断では、事故リスク評価モデルを適用した場合、判別的中率（実績値に対するモデル推定値の正答率）で 64% となる一方、漏水リスク評価モデルの場合も、自由度調整済み重相関係数  $R^*$  で 0.649 の推定精度が得られた。また、2つの評価モデルから計算されるサンプルスコア（評価点）を

当該メッシュにおけるリスクの大きさと考え、事故リスクは「95%」から「50%未満」までの範囲とする 8 段階、漏水リスクはAからDまでの 4 段階によって評価区分を各々定義した<sup>2)</sup>。これにより、対象地域において対策の優先度の高い地区（メッシュ）とそうでないものを区別することが可能になった。

本研究では、F市のメッシュデータから作成された提案済みモデルを「F市モデル」と呼び、以降にS市の情報に基づいて新たに作成する「S市モデル」と区別することにする。

### 3. F市モデルの汎用性に関する検討

F市モデルを用いて診断することとしたS市は、人口：約120万人、世帯数：約50万世帯、配水管総延長：約3,275km、1日平均給水量：約38万 $m^3$ といった規模を有している。S市の総メッシュ数は1,300個余りであるが、複数の市が合併したことに伴いデータに不統一な箇所が認められる場合や、配水管延長が100[m]未満のメッシュを除外した結果、計878個のメッシュデータ（350m×500m）をモデルの検証に用いることとした。

S市にF市モデルを適用した結果、事故リスク評価モデルでは判別の中率で65%、漏水リスク評価モデルでは自由度調整済み重相関係数 $R^*$ で0.613の推定精度が得られた。F市モデルの診断結果と実際の状況を図示して比較すると、事故リスク（配水管の修理件数）については図5-2-1及び図5-2-2、漏水リスク（給水管の漏水量）については図5-2-3及び図5-2-4のようになる。それぞれのリスク評価モデルによる診断内容（図5-2-1及び図5-2-3）を見ると、共通する傾向として、リスクの高いメッシュが市の中央南部にある一方、リスクが低いと診断されるメッシュは東部及び西部に広がっていることがわかる。S市は、ほぼ中央に鉄道が南北方向に縦断し、これに沿う格好で主要駅や区役所が存在しており、それらの拠点を結ぶように人口密集地帯が形成されるといった地理的な特徴がある。F市モデルのアイテムには「1ha当り世帯数」が採用されていることから、こうした人々が多く住むような箇所でのリスクが、相対的に高く診断されることが確認できる。実績値（図5-2-2及び図5-2-4）を見ても、配水管の修理件数、及び給水管の漏水量が多いメッシュは、モデルによってリスクが高いと診断された地帯に認められることから、F市モデルによる診断内容は、他地域であるS市の実情を概ね捉えることが可能と判断できる。ただし、F市モデルの診断結果と実際の状況を比較・精査すると、診断ではリスクが低い箇所であっても、実際には修理・漏水が発生している場合もある。特に、事故リスク評価モデルでは、8段階のリスク評価区分で最もリスクの高い「95%以上」（凡例の赤色に相当）、次に高い「90%以上」（凡例の橙色に相当）の該当メッシュ数が0件と1件であるのに対し、「50%未満」（凡例の薄い青色で表示）が779件となっている。対象地域における対策の優先順位を検討するような場面、より具体的には、修理の有無で言えば「修理無し」と判別される大半のメッシュの中から、「修理有り」の状態に近いメッシュを抽出するような時には、F市モデルの診断結果は必ずしも十分ではなく、診断結果（リスク評価区分の該当数）に偏りが無く



評価できるようなモデルの微調整が必要と思われる。こうした他地域へ適用する上での問題点については、以降のS市モデルの作成を通じて明らかにされる知見を踏まえ、改めて整理することとする。

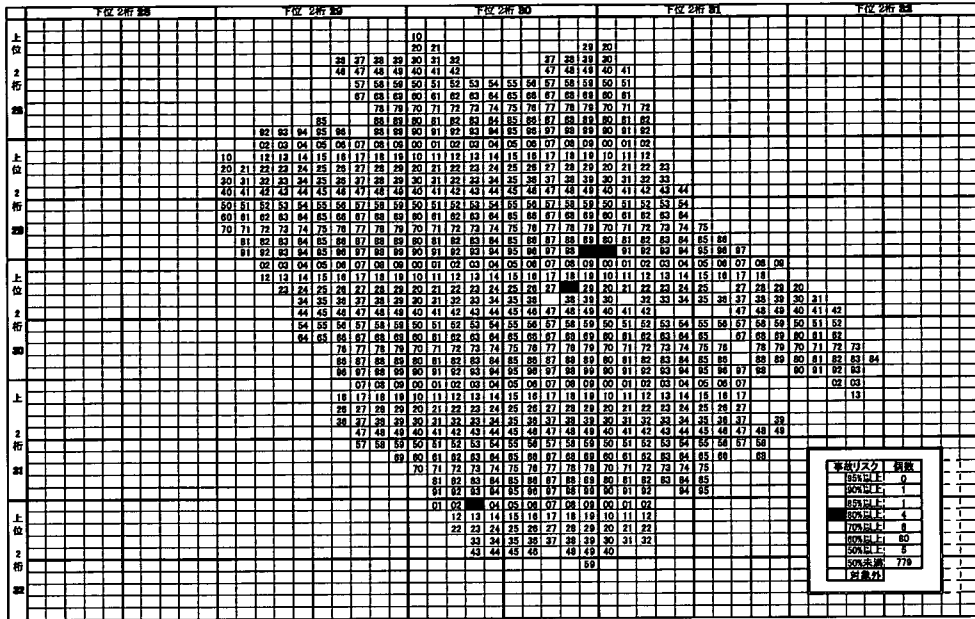


図 5-2-1 事故リスク評価モデル（F市モデル，数量化Ⅱ類）による診断結果

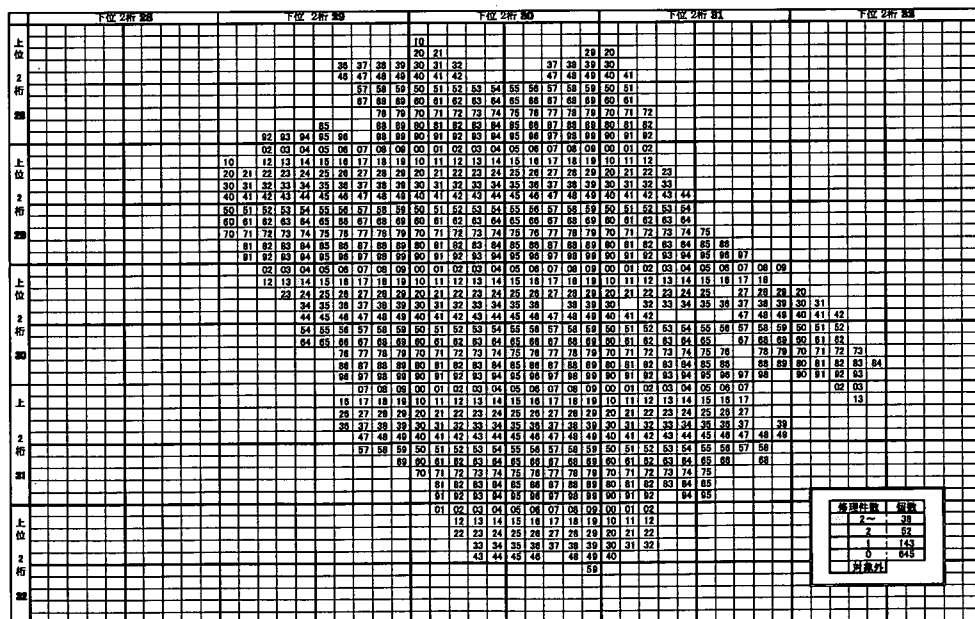


図 5-2-2 実際の配水管・修理件数

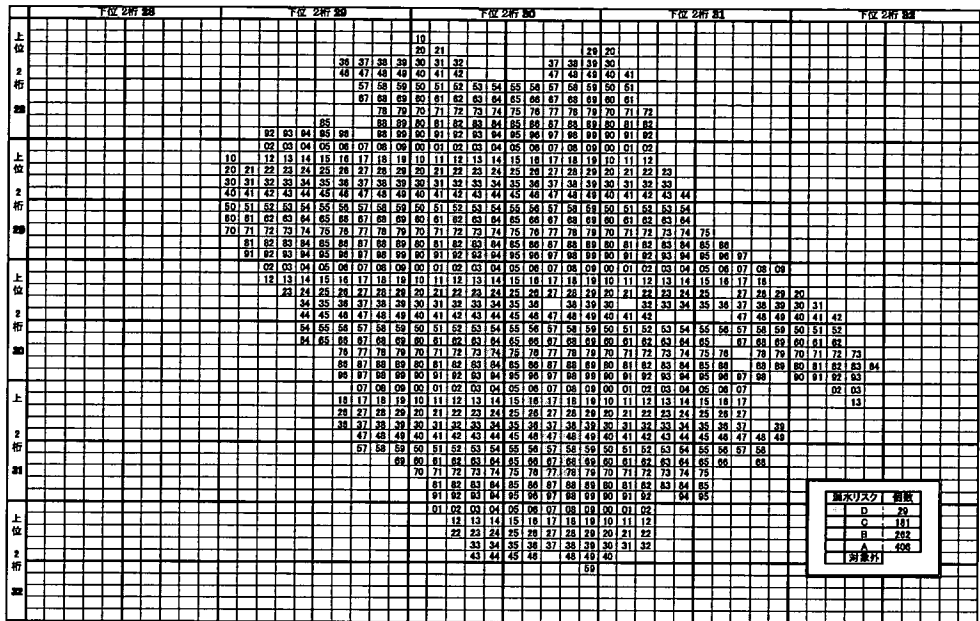


図 5-2-3 漏水リスク評価モデル（F市モデル，数量化Ⅰ類）による診断結果

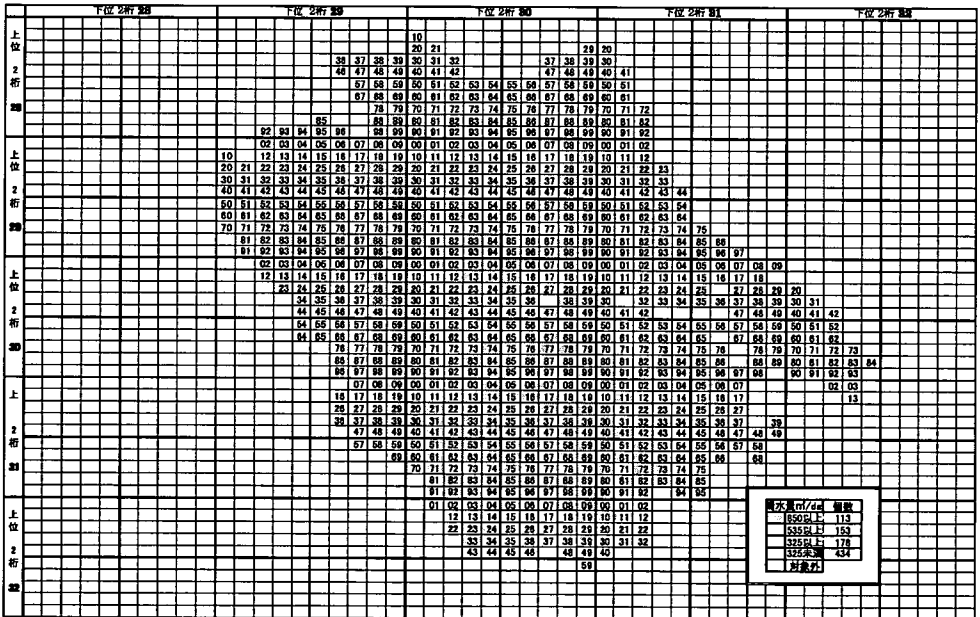


図 5-2-4 実際の給水管・漏水量

#### 4. S市モデルの作成とモデル構造の比較・考察

##### (1) 要因関連図による影響要因の抽出

F市モデルを作成した方法と同様に、S市のメッシュデータに基づく新たな事故リスク評価モデル（S市モデル）を作成する。ここでの目的は、両者の構造的な共通点や相違点を明らかにするとともに、提案された診断モデルを効果的に活用して行く上での留意点等を見出すことにある。

S市水道局が保有するデータベースから、外的基準となるメッシュ毎の「配水管修理件数」及び「給水管漏水量」を抽出した（いずれも2001年～2006年の集計値）。ここでの給水管漏水量とは、分水栓からメータまでの区間（給水管の一次側）を対象とする漏水防止調査で実際に発見された漏水を、管路口径と漏水箇所を基準に定めた換算表による推定量[m<sup>3</sup>/日]である。図5-2-5及び図5-2-6に各データのヒストグラムを示す。

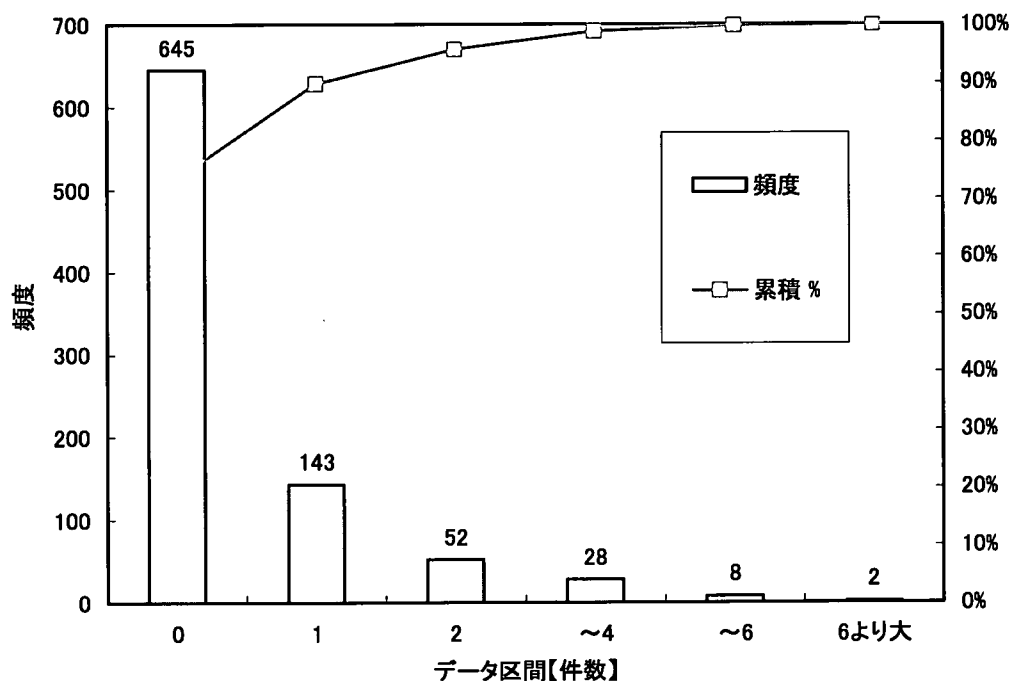


図5-2-5 配水管・修理件数のヒストグラム（S市）

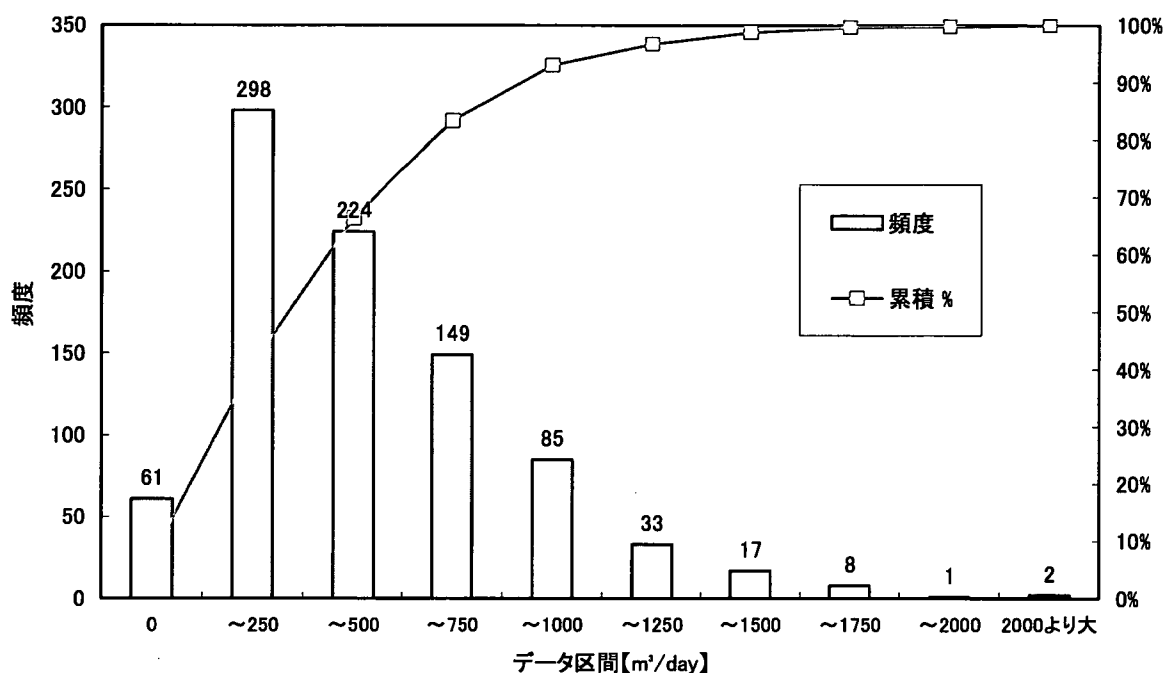


図 5-2-6 給水管・漏水量のヒストグラム（S市）

一方，説明変数に関しては，「鋳鉄管延長比率」，「耐震管延長比率」等の配水管に関する情報，「ステンレス管比率」，「鉛管比率」等の給水管に関する情報や，「地形分類」「地盤高」「1ha 当り世帯数」といった埋設環境・その他の関連情報を用いることとした。なお，配水管の情報における「延長比率」とは，メッシュ内の配水管延長に占める当該管種延長の割合[%]を意味し，「耐震管延長比率」の対象管種はNS，S及びSⅡ型とする。また，給水管の情報に見られる「管比率」とは，メッシュ内の給水件数に対する当該管種件数の割合[%]であり，「その他の管」とは，S市の大半を占めるステンレス管とポリエチレン管を除く給水管種とする。そして，埋設環境の情報にある「地形分類」については，「1：三角洲，谷底平野，河川・湖沼，埋立地」，「2：台地，山地」，「3：自然堤防，扇状地」の3分類にカテゴリー化した場合と，2と3を統合した2分類の場合を検討した。「液状化危険率」は，「地形分類」と同様に，別に定めたS市地域防災計画の50mメッシュデータを重ね合わせて作成したものである。

これらの項目の中から，モデルに用いるべき説明変数を決定するため，まず表 5-2-1 に示す相関マトリックスを作成した。さらに，この中から代表的なものをいくつか取り上げ，外的基準（配水管修理件数及び給水管漏水量）に対する要因関連図を作成すると，図 5-2-7 及び図 5-2-8 のようになる。これらの要因関連図では，縦軸にはそれぞれの外的基準との相関係数（絶対値）を取り，図の上部に位置する項目ほど当該の外的基準に対する相関が高い。図中の項目間をつなぐ線の太さは，対応する項目間の相関係数の大小を相対的に表現している。