

II-64 河川・海岸域における水害発生予測エキスパートシステムの構築について

中央大学 正会員 檜山和男
 中央大学 正会員 大橋正和
 中央大学 鈴木隆介

1. はじめに

河川・海岸域における水害の発生予測に関する研究は、氾濫水、鉄砲水、土石流、津波、高潮などの災害の種類ごとに個別に扱うものが多かった。しかし、自然災害の多い日本では、任意地点に複数の災害が発生する可能性がある。従って、建設計画や防災対策を行う場合には、まず任意地点で発生し得る災害の種類を予測しなければならない。任意地点において発生し得る災害は、過去においてもその地点で発生し、その結果がその地点の環境（気候、河川、海岸、地形、地質、植生、土地利用などの特性）に反映している可能性が大きい。このことから、災害の種類と環境特性との関係が、たとえ定性的にも判明している場合には、その地点で発生し得る災害を予測することが可能となる。

上記のような観点から、著者の一人である鈴木¹⁾は任意地点における地形・地質情報を用いて、その地点に発生し得る災害を予測するという検索システムを提案し、日本列島の任意地点における鉄道災害の予測に適用し得ることを確認した。しかし、このシステムは、環境特性の判別項目が多岐にわたり、また、その判別には高度の専門知識を要し、推論の論理も複雑である。そこで、本研究では、このシステムのうち水害に関する部分だけをとりあげて、エキスパートシステムの構築を行った。

2. システム概要

本システムの知識ベースは、下表のように整理できる¹⁾。災害環境は、気候、海岸、河川、地形、地質、植生に分類されており、水害の種類としては、鉄砲水、出水、氾濫水、高波、高潮、津波、積雪、雪崩、土石流、地盤沈下の10種類を対象としている。災害環境の各項目と災害発生の可能性の関係（ルール）は、次の5段階に分類され表中にまとめられている。◎：しばしば大規模に、あるいは強く発生する。○：中程度に発生する。△：まれに小規模に、あるいは弱く発生する。×：発生することはない。空白：その災害環境項目とは無関係に発生する。なお、ルールの総数は、1740（水害項目10@環境項目174）である。また、表中の記号は各災害に関係する災害環境項目名（質問項目）を表している。本システムは、これらの災害環境の質問項目に対して地形図、地質図及び航空写真などを用いて解答し²⁾、各水害の発生の可能性を予測するものである。

水害名	災 害 環 境						気候	地形
	気候 W1, W2	海岸 C1-C4	河川 R1-R10	地形 L1-L11	地質 G1-G3	植生 V1, V2	W1: 気候区 W2: 季節 海岸 C1: 離岸距離 C2: 標高 C3: 湾入度 C4: 海岸構成物質 河川 R1: 対川比高 R2: 離川距離 R3: 対蛇行位置 R4: 河川規模 R5: 河床堆積物 R6: 河況特異性 R7: 小溪流の比高 R8: 小溪流の谷床勾配 R9: 小溪流の谷床堆積物 R10: 小溪流の流水有無	L1: 地形の大区分 L2: 低地の性質 L3: 段丘上の部位 L4: 段丘面の性質 L5: 段丘面の離崖距離 L6: 斜面比高 L7: 斜面傾斜 L8: 斜面型 L9: 遷急線 L10: 斜面形成過程 L11: 斜面上の位置 地質 G1: 地質分類 G2: 割れ目 G3: 風化 植生 V1: 植生の分類 V2: 農耕地
鉄砲水	W2		R1-10	L1-3, 8, 10, 11				
出水	W2		R1-8, 10	L1-3, 8, 10, 11				
氾濫水	W2		R1-8, 10	L1-3, 8, 10, 11		V1, 2		
高波		C1-4	R5, 6	L1-3, 10				
高潮		C1-4	R5, 6	L1-3, 10				
津波		C1-4	R5, 6	L1-3, 10				
積雪	W1, 2			L1				
雪崩	W1, 2		R8	L1-3, 5-8, 11		V1		
土石流			R7-10	L1-11	G1-3	V1		
地盤沈下			R5, 6	L1-5, 10, 11	G1	V1, 2		

図-1 知識ベース構成表

システムの構築には、パーソナルコンピュータを使用し、エキスパートシェルとしてはCOMEX（富士電機）を用いた。知識の表現方法は、クライテリア方式³⁾が採用されており、図-2に示すようなクライテリアフレームを各災害（結論仮説）毎に定義する。図中、主項目は図-1中の評価が◎と○のルールの集合であり、補助項目はその評価が△のルールの集合である。災害発生の確信度の決定ランクは、可能性大、可能性中、可能性小の3段階で表示し、それぞれの決定条件は図中のクライテリアの通りとした。ただし、除外項目により、×のルールが1つでも選ばれた場合には、その災害発生の確信度はゼロとなる条件を付加している。なお、システムの構築は、容量の関係から、低地・段丘及び山地・火山の2つの地形地域に分類して行った。

3. 適用例

本システムの妥当性および有効性を検討するため、昭和63年7月20日～21日に広島県北西部に発生した豪雨災害^{4), 5)}に本システムを適用した。適用地区は、最も土石流による被害の大きかった加計町江内地区を選んだ。図-3に、解析対象領域を示す。そして、図-3の格子の重心位置における地形・地質情報を、地形図、地質図及び航空写真を用いてデータ化し解析を行った。図-4に、解析結果の一部として土石流による災害発生度分布を示す。なお、図中の数字は、土石流による災害発生の可能性の大きさを表しており、それぞれ3は可能性大、2は可能性中、1は可能性小を表している。これらの結果は、実際の結果⁴⁾と定性的に良い一致を示している。

4. おわりに

地形・地質情報による各種水害の発生予測エキスパートシステムの構築を行った。本システムを用いることにより、任意地点においてどのような水害が発生する可能性があるかを予測することができ、土木構造物の安全な計画および管理を行う上での一助となる得る。

今後、水害以外の自然災害を含めた予測システムを構築する予定である。

謝辞：システム構築にあたり、富士電機株式会社及び広島工業大学学生の高橋雄二君（現東芝中国システム）、水野亨君（現広島ガス）の協力を得た。ここに記して感謝の意を表します。

参考文献

1. 鈴木隆介(1983), 航空写真利用による鉄道災害検索システムの研究（未発表）
2. 鈴木隆介(1977-1984), 講座 建設技術者のための地形図読図入門, 測量
3. 上野晴樹(1985), 知識工学入門, 208p., オーム社
4. 県北西部豪雨災害(速報版)(1988), 49p., 広島県土木建築部
5. 集中豪雨を追う(1989), 108P., 中国新聞社編

主項目（○と◎の項目）		補助項目（△の項目）	
1.		1.	
2.		2.	
:		:	
	可能性大	可能性中	可能性小
クライテリア	○が全項目の2/3以上 ◎が全項目の1/3以上	○が全項目の1/3以上 ◎が1以上	○が1以上
除外項目	×が1以上	×が1以上	×が1以上

図-2 クライテリアフレーム

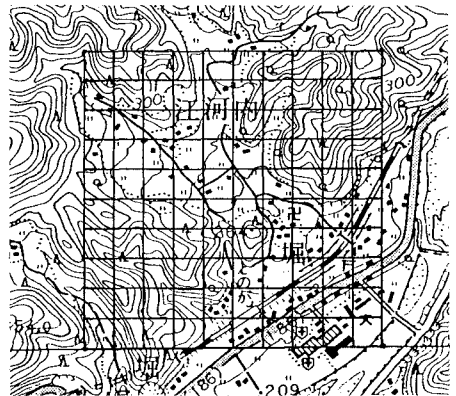


図-3 解析対象領域

		2	2			2	
3	2		2	3		2	1
2	3	3	3	2		2	1
1	2	3	3	3	2		1
1		2	3	2	2	2	1
				2	2	2	2
1		1		1		2	3
		2		2	2	3	3
2		2	2	2	2	3	3
2	2	1		2	2	2	2

図-4 土石流災害発生度分布