

長岡市における水害時避難計画に関する考察

インフラ計画研究室 渥美嘉彦
指導教官 松本昌二 及川康

1. はじめに

河川洪水時においてまず第一義的に求められるものは、人的被害の最小化である。そのためには、迅速な住民避難の誘導とそれを可能とする実効性のある避難計画の策定が重要となる。

洪水そのものは降雨・出水・氾濫といった物理現象であり、被害はそこに人や社会が存在することで発生する社会現象としての側面が強いものである。このうち、物理現象の発生に関する因果関係はある程度までは明らかであり、従来においては、それを防止するためのハード面を中心とした対策が行われてきた。しかし、全国的にはその整備が全て完成するには数百年かかるとも言われている状況であり、仮に完成したとしても、それは計画規模を上回る洪水に対する安全性までも保証するものではない。このような状況のなかで、被害の最小化を念頭におくならば、ハード対策とあわせて、洪水が発生しても被害を最小化するための方策、すなわちソフト面での対策が重要であると考えられる。具体的には、災害情報伝達の問題、住民の災害意識の問題、避難計画の問題、災害弱者の避難問題など、多岐に渡る検討が求められる。

本研究は、以上のような認識のもと、長岡市を対象に、洪水時の被害最小化のためのソフト対策として、主に避難計画のあり方についての検討を行うものである。

2. 分析対象地域の概要と分析方法

(1) 分析対象地域の概要

本研究の対象地域である長岡市は、信濃川旧河道上に都市が形成されており、信濃川右岸が一度破堤すると氾濫水が流れやすい地形であるとともに、その他市内の中小河川の整備水準がおよそ2年に1回

程度の降雨と極めて低いなどの特徴を有する。加えて、長岡市地域防災計画での避難計画は水害を対象としたものになっておらず、洪水時避難を念頭においた現実的かつ実効性のある対策が求められている。

市内中心部を信濃川が流れる長岡市は、古くから水害に悩まされてきた。歴史に残る大規模な水害は江戸時代には86回、明治時代には18回を数え、その後も幾度となく水害に見舞われ、昭和33年には台風による雨で信濃川が増水し、柿川が逆流して市街地が溢水している。このように、被害の多くは信濃川が増水による太田川、栖吉川、柿川といった中小河川の氾濫が引き起こす浸水被害であった。昭和36年の集中豪雨では観測史上最大の降雨量を記録し、甚大な被害を被るが、それ以降は新堤の築堤やコンクリート護岸など治水整備がすすみ、下水道の整備も進んだため大規模な河川氾濫は起こっていない状況である¹⁾。

近年では、平成7年7月の北信・上越梅雨前線豪雨災害が記憶に新しい。この水害は北信・上越を中心に多大な被害をもたらした。長岡市における実際の被害としては、平成7年8月10日の水害時において床上浸水79戸、床下浸水1,554戸に及んでいる²⁾。しかしながら、これら近年のいずれの水害においても大規模な避難を要する事態には至っておらず、住民や行政においては洪水に対する災害意識の低下や対策の必要性に関する認識の低下が危惧されるところである。

(2) 分析方法

洪水時における避難計画を検討する際には、まず、どのような規模の洪水に対して避難計画を検討するのかという、具体的な状況想定が必要となる。しかし、前述のとおり、近年において長岡市では、大規模な避難を要する洪水が発生しておらず、また、長岡市内の客観的な洪水危険度に関する情報が現在の

ところ公表されていないため、本研究では、国土交通省北陸地方整備局信濃川工事事務所による浸水シミュレーション結果³⁾を事例として用い、そのもとで避難計画の検討を行うこととする。

また、河川洪水に備えた避難計画が実効性を持つためには、避難計画が住民に要求する行動様式が少なくとも住民にとって受け容れ可能な範囲にあることが必要である。しかし、各地で発生する洪水時の避難勧告・指示に対する住民の避難率を見ると、いずれも高いものとは言えず、避難計画が要求する行動様式が住民に受け容れられていないことが、避難行動を妨げる一要因となっていると考えられる。そこで本研究では、住民の避難所に対する評価の構造を、平成 11 年 11 月に群馬県桐生市において実施されたアンケート調査⁴⁾のデータを分析することにより把握し、その結果を長岡市の住民に対して適用することで、実効性のある避難計画策定の方針を検討する。

(3) 住民避難計画の基本方針

洪水時における住民の避難行動を考えるならば、住民はまず、降雨の状況や河川の状況といった物理的状況を確認し、それに基づき避難開始の意思決定を行うものと考えられる。ここで、この流れをスムーズにするために、行政はいち早く状況を察知し、その危険の程度や洪水の進展に応じて、避難準備、避難勧告、避難命令など避難情報の発令をする。ここにおいて、住民避難が速やかに行われるためには、行政における避難情報発令の意思決定、災害情報の伝達、住民の意思決定といった各段階がスムーズに行われることが重要となる。

また、この他に、住民が避難を開始したあとにおいても、避難場所の安全性、避難場所までの距離、適切な収容人員を確保できる避難所の設置、避難手段、などの検討課題が存在する。なかでも、従来における各地の洪水避難計画では、一般には徒歩を原則として、車の利用は控えるべきとされている。その理由としては、洪水避難時の車利用は、渋滞を引き起こし緊急車両の走行の妨げになること、冠水箇所では車の制御ができなくなり、深い場所では方向制動ができなくなることが多いこと、などが挙げら

れる。昭和 57 年の長崎水害⁵⁾では、上記のような現象のみならず、自走不能となった放置車が流出し、流木などともにダム化して、破壊力のある流出物としての車が人的被害の拡大を招いたことで知られており、洪水時の交通管理のあり方に多くの課題を投げかけた。

そのほかの多くの自治体においても、車利用を控え徒歩による避難を前提とした避難計画が検討されるのが一般的である。また、その場合の徒歩による避難については、一般には水害時の悪条件を考慮して住民の歩行速度を 2km/h と想定し、避難施設までの移動距離は 1 時間以内に移動できる距離としておおむね 2km 前後としているものが多い⁶⁾。

3. 避難所に対する住民評価

ここでは、長岡市における水害時避難計画のあり方に関する考察を行うにあたり、住民の避難所に対する評価の構造を、平成 11 年 11 月に群馬県桐生市において実施されたアンケート調査⁴⁾のデータを事例に分析することにより把握する。調査データは、桐生市洪水ハザードマップ上で浸水が予想される地域周辺に居住する住民を対象に、洪水ハザードマップ公表後の平成 11 年 11 月に実施されたものである(表 - 1 参照)。

図 - 1 は、桐生市民の洪水時の避難所として指定されている場所に対する住民評価を、回答者宅から指定避難所までの距離別に、その避難所の浸水可能性の有無別に、回答者宅の浸水可能性別に、その構成比を示したものである。避難所は町丁目別に指定されているため、その避難所に対する評価は、避難所や自宅の浸水可能性の有無や距離の違いにより大きく異なっている様子がわかる。

そこで、これらの要因が指定避難所の評価に及ぼす影響をより定量的に把握するために、指定避難所の評価を目的変数とした判別分析を行った。図 - 2 はその結果を示したものである。相関比や判別率はおおむね良好な値が得られている。いずれの係数も正の値をとっており、指定避難所までの距離が遠いほど、自宅や指定避難所の浸水可能性があるほど、

表 - 1 桐生市における住民調査の実施概要

水害に関するアンケートa	
実施時期	平成11年11月下旬～12月上旬
調査対象	第一回アンケート(平成11年5月実施)での有効回答から抽出
調査票配布数	4,967票 (* 5,000票配布、宛先不明等により33票返送)
配布・回収方法	郵送配布 郵送回収
回収状況	2,740票 (55.2%)

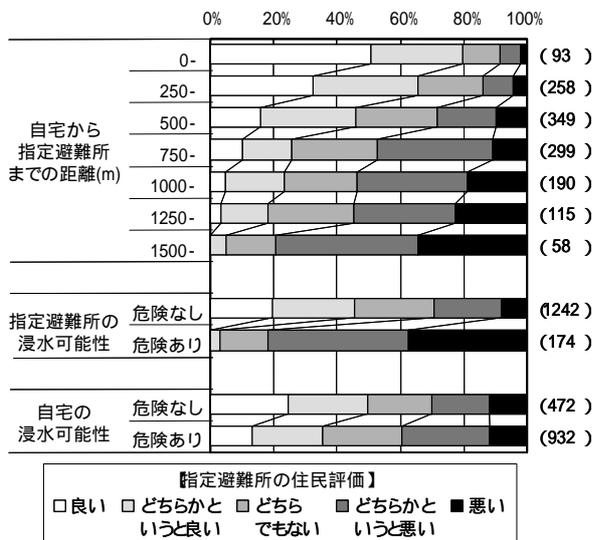


図 - 1 住民の指定避難所評価

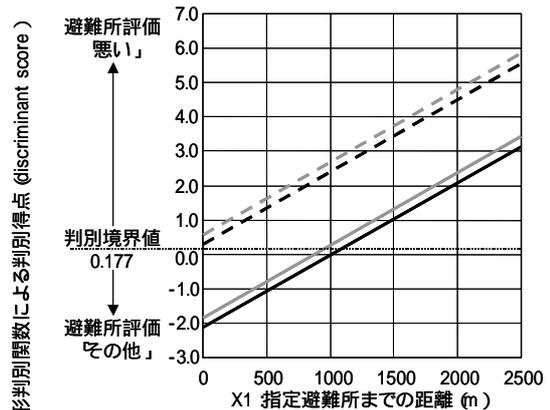
その指定避難所に対する評価は悪くなる傾向を示している。また、標準化係数の値から、住民評価に相対的に高い影響を及ぼしているものは「指定避難所までの距離」と「指定避難所の浸水可能性」であることがわかる。

そこで、具体的にはどういった状態で住民が指定避難所に対して「悪い」と評価するようになるのか、すなわち、住民の受け入れ許容範囲はどの程度なのかを、図 - 3において見てみる。図 - 3は、判別分析により求められた判別得点を縦軸に、指定避難所までの距離を横軸にとり、それらの関係を、自宅や指定避難所の浸水可能性の有無別の4つの組み合わせ別に示したものである。これによると、「指定避難所の浸水可能性」で「危険あり」を点線が示し、「危険なし」を実線が示している。判別境界値は0.177であり、それよりも判別得点が高い場合には、住民の避難所評価が「悪い」となることを示している。

これによると、まず、指定避難所の浸水可能性が「ある」場合においては、自宅の浸水可能性や指定

サンプル数	1333		
目的変数	指定避難所の評価 (1:悪い, 0:その他)		
説明変数	係数	標準化係数	t値
X1:指定避難所までの距離	0.002	0.763	14.877
X2:指定避難所の浸水可能性	2.420	0.745	14.258
X3:自宅の浸水可能性	0.280	0.132	3.522
(定数)	-2.136	-	-
X1は直線距離(m), X2-X3はいずれも(1:危険あり, 0:危険なし)			
相関比	0.274		
判別率	72.9%		

図 - 2 住民の指定避難所評価の判別分析結果



	指定避難所の浸水可能性 (X2)	自宅の浸水可能性 (X3)
———	危険なし	危険なし
———	危険なし	危険あり
-----	危険あり	危険なし
-----	危険あり	危険あり

図 - 3 指定避難所までの距離と判別得点との関係

避難所までの距離が如何なる状況であろうとも、指定避難所の評価は常に「悪い」となることがわかる。一方、指定避難所の浸水可能性がない場合においては、指定避難所までの距離がおよそ1kmを境に、指定避難所評価が異なっている様子が見られる。すなわち、洪水時において住民が避難するための避難所としては、まずはその避難所が安全であることを条件に、おおむね1km程度の避難距離である場合には避難所評価は良好である様子が見られる。特に、一般に定められている避難施設までの移動距離2kmについては、住民の受け入れ可能範囲を越えていることがわかる。

4. 長岡市における水害時避難所計画のあり方に関する考察

ここでは、前章において把握された避難所に対し

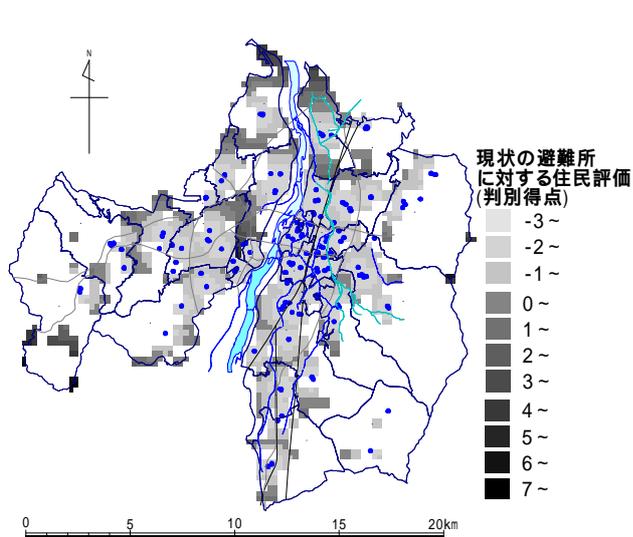


図 - 4 現状の避難所に対する住民評価

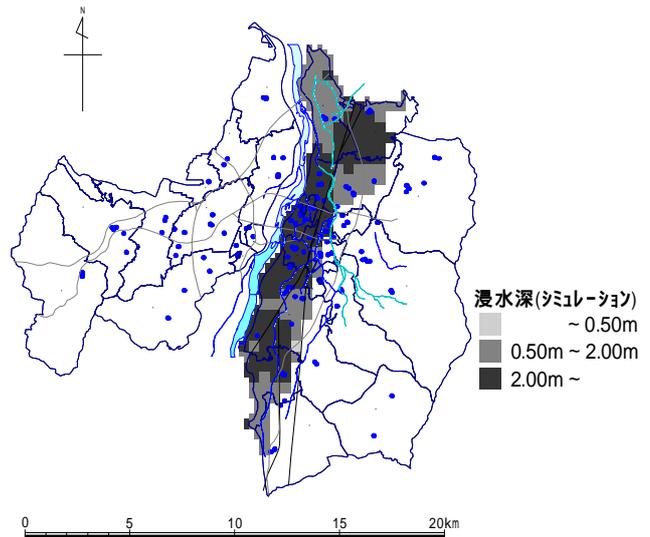


図 - 5 浸水シミュレーションによる最大浸水深

る住民評価の構造を長岡市に適用するとともに、長岡市における避難計画のあり方について考察する。

(1) 現状の避難所に対する住民評価

前章における住民の指定避難所評価に関する判別分析の結果を長岡市に適用し、現状の長岡市地域防災計画での指定避難所に対する住民評価の分布を示したものが図 - 4 である。ここでは、長岡市内を 250m のメッシュに区分し、各メッシュにおける判別得点を示している。これは、説明変数の一つである自宅から指定避難所までの距離については、各メッシュで指定されている避難所までの距離（ここでは簡略的に直線距離）とし、また、現状では浸水を想定していないために「指定避難所の浸水可能性」と「自宅の浸水可能性」については「危険なし」とした場合に算出される判別得点である。このため、ここでの住民評価の判別得点の分布は、指定避難所までの距離が遠くなるにともない低下しており、また、全体的には住民評価はおおむね良好であるといえるが、これはいわば平常時の想定状況であり、避難計画のあり方を検討するに際しては、具体的な浸水想定時の評価が必要となる。

(2) 水害発生時の浸水想定

そこで、ここでは、具体的な浸水の想定として、国土交通省信濃川工事事務所の浸水シミュレーシ

ンによる結果を事例として取り挙げることにする。

この想定条件としては、150 年確率の降雨による現状の信濃川の氾濫であり、破堤箇所は妙見堰下流右岸である。妙見堰は信濃川本流と大河津分水流との分岐点にあたり、河床形状の安定上重要な地点であり信濃川中流域の要所といわれている。このような条件下でのシミュレーション結果のうち、各地域の最大浸水深の結果を図示したものが図 - 5 である。

これによると、川東地区が広範囲にわたり浸水しており、特に JR 長岡駅西側付近においても甚大な浸水が及ぶ可能性があることが示されている。また、長岡市地域防災計画における指定避難所についても、多数が浸水域内にあることが読みとれる。

(3) 浸水想定時の避難所に対する住民評価

以上のような結果を踏まえ、浸水を想定した場合の指定避難所に対する住民評価を図 - 6 に示す。図の表示方法は図 - 4 と同様に判別得点を表してあるが、ここでは、浸水域内のメッシュの値のみを表示している。

これによると、図 - 4 とは異なり、浸水域内の大部分において判別得点の値は正の値となっており、指定避難所に対する住民評価は「悪い」となっていることが読みとれる。これは、自宅（のメッシュ）が浸水していることによる影響も含まれるが、むしろこれは指定されている避難所が浸水していること

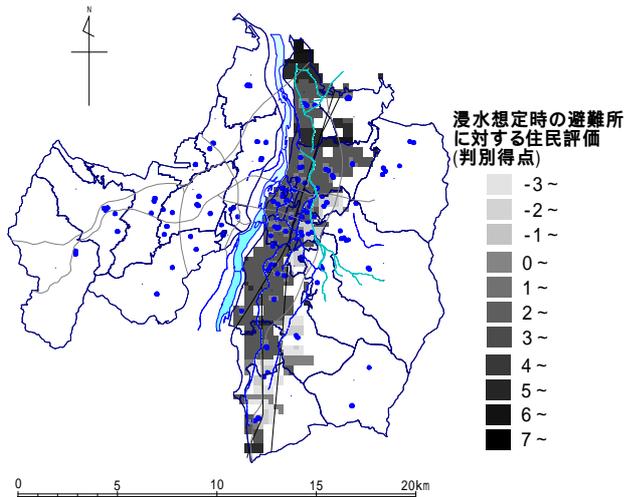


図 - 6 浸水想定時の指定避難所に対する住民評価

によるものである。現状の指定避難所の設置は浸水を想定していないものであることから、このような結果はある程度当然の結果とも言えるが、このように具体的な浸水状況を想定することにより、住民の指定避難所に対する評価が極端に低下するとともに、これらのメッシュに居住する住民の避難所確保の問題が住民意識の側から具体的に明らかとなったといえよう。

(4) 要避難人口と避難所収容可能人数

浸水が想定される地域に居住する住民数を要避難人数とする場合、現状の避難所の指定では、多くの場合その指定避難所自体が浸水するために、それらの住民については新たに避難所を確保しなければならない。そこでここでは、浸水想定時における要避難人数と、既存の避難所を利用した場合の収容可能人数との関係について見ることにする。

表 - 2 は、まず、浸水を想定しない状況における避難所での収容可能人数等について示したものである。浸水を想定しない状況においても、長岡市の全人口に対する避難所の収容可能人数はおよそ半分であり、収容不可能人数は 82,527 人にのぼる。

そこで、図 - 5 のような浸水を想定した場合における、避難所での収容可能人数等について示したものが表 - 3 である。浸水域は川東地区のみのため、要避難人数は川東地区のみで生じる想定である。こ

表 - 2 避難所収容可能人数 (浸水なし)

	川西	川東	合計
(1)人口	57451	133268	190719
(2)指定避難所数	41	98	139
(3)指定避難所での収容可能人数	29196	78949	108145
(4)指定避難所での収容不可能人数(1)-(3)	28255	54319	82574

表 - 3 避難所収容可能人数 (浸水想定時: その 1)

	川西	川東	合計
(1)要避難人口	0	116002	116002
(2)浸水域内の避難所数	0	63	63
(3)浸水域外の避難所数	41	35	76
(4)浸水域外の避難所での収容可能人数	29196	27219	56415
(5)浸水域外の避難所での収容不可能人数(1)-(4)	-29196	88783	59587

表 - 4 避難所収容可能人数 (浸水想定時: その 2)

	川西	川東	合計
(1)要避難人口	0	116002	116002
(2)避難所への避難人数	0	29907	29907
(3)浸水域内の避難所数	0	63	63
(4)浸水域外の避難所数	41	35	76
(5)浸水域外の避難所での収容可能人数	29196	27219	56415
(6)浸水域外の避難所での収容不可能人数(2)-(5)	-29196	2688	-26508

のとき、川東地区の避難所のみで避難を行うとした場合、浸水域外の避難所 (すなわち浸水想定時に利用可能な避難所) での収容可能人数は 27,219 人であり、収容不可能人数は 88,783 人となる。川西地区への避難をも考えた場合においても依然として収容不可能人数は 59,587 人であり、いずれにおいても要避難人数分の避難所を確保できない状況にあることがわかる。このような状況に対して問題となることは、収容可能な人数に関しても極端に避難距離が長くなるケースがあることのみならず、収容不可能な人数分の避難所を新たに新設することは実際には不可能であることである。

このような問題に関しては、福島県郡山市における平成 10 年の東日本豪雨災害時の実際の住民避難行動の実態が参考になる⁷⁾。この災害直後に行われた実態調査によると、実際に避難した住民のなかで避難所へ避難した住民の割合は平均で約 25%程度であり、多くの住民は、避難所以外 (親戚宅、友人宅、ホテル、健康ランド、等) へ避難していたことが明らかとなっている。他の自治体においては、要避難人数分の避難所を確保できないことにより、洪水ハザードマップの公表を躊躇するところも見受けられるが、この結果を踏まえるならば、必要最低限

の人数以上の避難所は確保するとしても、それ以外に関しては、避難所以外の場所への避難を安全に誘導するための対策を検討することも現実としてはあり得よう。

そこで、要避難人数の25%が避難所へ避難すると想定した場合の収容可能人数等を示したものが表-4である。避難所への避難人口は約30,000人となり、このとき川東地区の避難所のみで避難を行うとした場合、浸水域外の避難所での収容可能人数はおよそ27,000人となり、2,700人弱の新たな避難所を最低限新設すればよいことになる。また、川西地区への避難をも考えた場合では、全ての要避難人数分の避難所確保が可能となる。

(5) 災害弱者の問題

洪水時の避難計画を考える際には、災害弱者の避難は極めて重要な課題である。図-7は、現状で把握可能なデータから推定した長岡市内における独居老人の分布⁸⁾を示したものであるが、災害時の災害弱者の問題については、一部には避難行動そのものを放棄する傾向があることや災害弱者が社会的弱者としての側面も持ち合わせており、地域コミュニティ単位の対応を含めた対策が求められる⁹⁾ことが指摘されている。災害弱者への対応の全てを行政が責任を負うことは困難であり、そのためには自主防災組織の充実などコミュニティの成熟による災害弱者対策が今後の避難計画における課題といえよう。

5. おわりに

本研究では、避難所に対する住民評価の構造を把握するとともに、避難計画を考える際にはどのような課題が生じ得るのかを、具体的な浸水想定のもとで検討を行った。課題としては、想定した浸水の現実性、他地域での分析結果の長岡市への適用可能性、などが挙げられるが、今後において、詳細な氾濫解析や長岡市での住民アンケートの実施により、さらに現実的な避難計画の検討が可能となるものと思わ

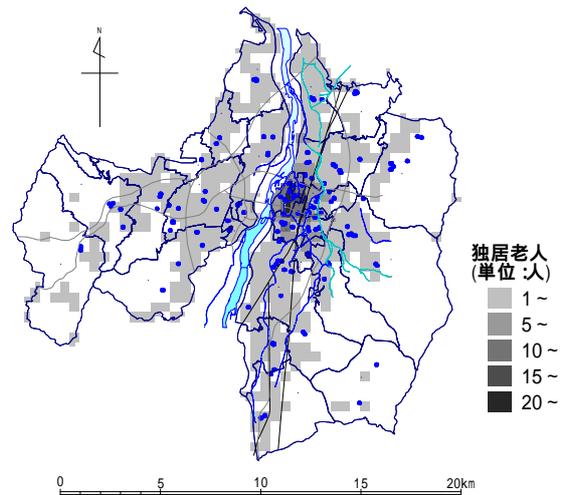


図-7 独居老人の分布

れる。また、要避難人口の避難所への割り振り方法、避難手段、災害弱者の避難対策等についても今後取り組むべきであると考えている。

参考文献

- 1) 山崎昇：続長岡の歴史散歩 長岡の明治・大正・昭和，長岡郷土史研究会，郷土資料刊行会，1986．
- 2) 長岡市防災会議：長岡市地域防災計画-平成12年度修正版，2000．
- 3) 国土交通省北陸地方整備局信濃川工事事務所ホームページ (<http://www.hrr.mlit.go.jp/shinano/>)
- 4) 群馬大学工学部建設工学科片田研究室，国土交通省渡良瀬川工事事務所，桐生市：水害に関するアンケート調査報告書，2001．
- 5) 高橋和雄，高橋裕：クルマ社会と水害，九州大学出版会，1987．
- 6) 片田敏孝，及川康：実効性をもった洪水時の住民避難計画のあり方に関する検討，土木計画学研究講演集，vol.24，2001．
- 7) 群馬大学工学部建設工学科都市工学講座片田研究室編：平成10年8月末集中豪雨災害における郡山市民の対応行動に関する調査報告書，1999．
- 8) 長岡市：地区防災カルテ，1998．
- 9) 片田敏孝，及川康，寒澤秀雄：河川洪水時における要介護高齢者の避難実態とその問題点，都市計画論文集，No.34，pp.715-720，1999．