

長崎豪雨災害と台風8210号災害による 人的被害と対策上の諸問題

松田 磐余* 花井 徳寶** 望月 利男***

要 約

昭和57年に発生した長崎豪雨災害と台風10号災害の人的被害を検討した。長崎豪雨は比較的狭い地域に3時間雨量で300mm, 24時間雨量で500mmをそれぞれ越える豪雨をもたらし, 死者は長崎県, とくに長崎市に集中した。被害の原因は, 土砂災害によるものが圧倒的に多く, 死者全体(299名)の約88%を占めた。台風10号による豪雨は広域に亘り, 死者は13府県で発生している。この災害でも死者の原因では土砂災害が多く, 死者全体(82名)の68%を占めたが, レジャー中などの他の原因によるものも多かった。長崎豪雨災害については, 長崎市内の全壊家屋居住者の行動と被害の実態を明らかにし, 老幼年者や女性の死亡率が高いことを指摘した。最後に, 総合的対策という点から, 人的被害を軽減するための諸問題について言及した。

1 はじめに

昭和57年に発生した長崎豪雨災害ならびに台風10号災害の人的被害を調査する機会を得た。これらの調査結果の一部はすでに公表(松田ほか, 1983; 1985)してあるが, ここでは, これらの調査を通じて得られた結果をもとに, 人的被害軽減のための対策について考察してみたい。

2 長崎豪雨災害による人的被害

2-1 長崎豪雨災害の概要

昭和57年7月23日の夕方より長崎市を中心に襲った豪雨は未曾有のものとなり, 長崎海洋地方気象台の観測では, 19時から22時までの3時間の

雨量は315mmとなった。また, 降り始めの23日14時から, 24日19時までの総降雨量は572mmに達した。このため, 長崎県下全体で, 死者・行方不明者299名, 重傷者16名, 軽傷者789名, 全壊住家584棟, 半壊住家954棟を出し, 被害総額は3,000億円を越えたという(長崎県土木部砂防課, 1983)。また, 死者・行方不明者(以下では死者と表現する)299名のうち262名, 87.6%は, 土石流や斜面崩壊といういわゆる土砂災害によるものであった(長崎大学学術調査団, 1982)。

2-2 長崎市内の全壊家屋居住者の被害

筆者らは死者の発生, とくに, 土砂災害による死者の発生に注目して調査を行った。具体的には, 長崎市内の全壊家屋居住者を対象にして, 当日の行動と被害状況についてアンケートを行った。す

* 東京都立大学都市研究センター・理学部

** 長崎総合科学大学工学部

*** 東京都立大学都市研究センター

なわち、家屋内にいたならば、死の危険に晒されたであろう住民の災害当夜の状況の一端を明らかにしようとした。

長崎市で集計された全壊家屋のリストには447棟が掲載されているが、そのうち住家は398棟である。これらの家屋について現地へ赴き、家屋が完全に破壊しているか否かをチェックした。その結果、全壊していても当時空家であったり、全壊と認定されていても復旧可能であった家屋もあることが判明し、筆者らが基準とした完全に破壊していた家屋に居住していた世帯数は342であった。

アンケート調査は、昭和58年6月から10月にかけて面接法による聞き取りで行った。その結果、270の回答を得た。また、転居していたために面接が不可能であった17世帯にはアンケート用紙を郵送し、そのうち5世帯から回答を得た。したがって、アンケートできた世帯数は275で、342世帯の80.4%にあたる。

全壊家屋の原因には、土石流によるもの、斜面崩壊によるもの、河岸の洗掘によるもの、出水によるもの、とがある。土石流による全壊家屋に居住していた世帯は113で、そのうち39世帯、34.5%から死者を出している。斜面崩壊による場合は、139世帯中44世帯、31.7%から死者を出しており、両者をあわせた土砂災害では、32.9%の世帯が死者を出したことになる。一方、河岸の洗掘と出水といういわゆる水災害の場合には、23世帯中2世帯、8.7%からしか死者を出していない。

調査しえた275世帯の家族数は1,098名であった。そのうち、906名が当夜在宅し、在宅者率は82.5%であった。また、たまたま客として滞在していた人と、避難してきた人がこの他に26名おり、

932名が全壊家屋にいたことになる。この932名の原因別被害状況を表-1に示す。土石流による全壊家屋の在宅者は417名で、そのうち94名、22.5%が死亡しているし、斜面崩壊の場合には、440名中93名、21.1%である。どちらも死者率が非常に高い。一方、河岸の洗掘や出水が原因で全壊した家屋にいた居住者は、75名で、死者はそのうち3名(4.0%)のみである。重傷者についてみても、土石流の場合には6.0%、斜面崩壊の場合には5.5%であるが、河岸の洗掘や出水の場合には、1例しかない。死者率、重傷者率とも土砂災害による方が、水災害によるものより、5~6倍高くなっている。これは、土砂災害の場合には一瞬のうちに家屋が破壊されるのに対して、水災害の場合には、家屋内から逃げ出す時間的余裕があるためであろう。

人間の質的条件を示す指標の一部である年齢および性別と被害状況を検討した。前述したように、土砂災害と水災害の場合には状況が異なるので、土砂災害についてのみ集計し(表-2)、かつ、図示した(図-1)。これらの図表からは以下の点が指摘できる。

①0~5才の乳幼児の死者率が高く、男児で28.1%、女児で39.4%となり、両者をあわせると33.8%となる。

②男性の61~70才は例外であるが、男性・女性とも年齢が高くなるにつれ、死者率が高くなる傾向がある。この傾向はとくに女性に顕著に現われ、女性の死者率は60代で30%、71才以上では40%を越える。

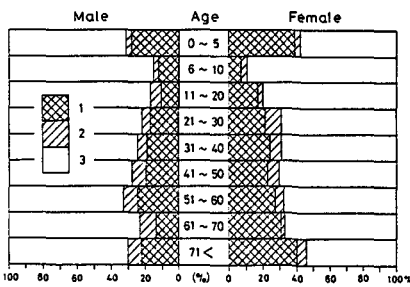
③10代以上では女性の死者率は男性よりも高い。10代以上の死者率は、女性は25.6%、男性は

表-1 在宅者の原因別被害状況

原因	死亡(%)		重傷(%)		軽傷(%)		無傷(%)		計
土石流	94	(22.5)	25	(6.0)	33	(7.9)	265	(63.5)	417
斜面崩壊	93	(21.1)	24	(5.5)	33	(7.5)	290	(65.9)	440
洗掘出水	3	(4.0)	1	(1.3)	5	(6.7)	66	(88.0)	75
計	190	(20.4)	50	(5.4)	71	(7.6)	621	(66.6)	932

表一 2 在宅者の年令別・男女別被害状況

年 令	死 亡		重 傷		軽傷無傷		計	
	男	女	男	女	男	女	男	女
0～5	9	13	1	1	22	19	32	33
6～10	4	2	1	1	28	25	33	28
11～20	9	12	5	2	71	56	85	70
21～30	7	12	2	5	33	37	42	54
31～40	7	15	2	4	29	42	38	61
41～50	10	17	4	5	37	51	51	73
51～60	11	17	4	3	31	40	46	60
61～70	4	16	3	1	23	35	30	52
71～	7	15	3	2	22	20	32	37
計	68	119	25	24	296	325	389	468



図一 1 年令別男女別被害率

1：死亡，2：重傷，3：軽傷および無傷

17.0%となり、女性の死者率は男性の1.5倍である。

2-3 死者の発生と他の条件との関係

死者の発生と深いかかわりを持つと思われる条件について考察した。ここでは、過去の被害経験

の有無、過去の避難経験の有無、避難時のリーダーの有無、避難命令の有無、避難状況の5つの条件をとりあげた(表-3)。前述したように、死者が発生した世帯は85世帯で、275世帯のうち30.9%を占めるので、この数値を目安とする。

避難状況に示してある「全員していた」というのは、家屋が全壊した時点では在宅者全員が避難していたことを意味する。全員していた場合には61例中9例で死者が発生しており、その率は14.8%である。一方、避難していなかった場合には、死者の発生率は33.7%で、避難の有効性が指摘できる。なお、避難したにもかかわらず死者が発生した世帯が、9例、14.8%もあることはかなり高率と考えねばならない。9例のうち、2例は避難途中で、7例は避難先で死者を出している。7例のうち1例は避難完了後に屋外の様子を見に行き死亡したものである。避難途中や避難先で死者を出しているのは、避難先について配慮が不足していたことが原因のひとつと考えられる。しかし、長崎市内では、消防団員と消防団協力者があわせて8名死亡しており、当夜の状況がいかに厳しかったかを示している。このような状況下での避難であることも考慮する必要がある。

過去に被害経験があること、および、避難命令があることも、死者の減少に有効に働いている。死者の発生率は前者で11.9%、後者で21.4%である。また、避難時にリーダーがいる場合といない場合でも死者の発生率にはかなりの差がみられ、死者の減少に働く要素と言えるかも知れない。一方、過去の避難経験の有無は、有の例が少ないこともあってか、有効な要素とは言えない。

表一 3 死者の発生状況とその関連要素

被害状況	過去の被害経験		過去の避難経験		避難時のリーダー		避難命令		避難状況		
	有	無	有	無	有	無	有	無	全員していた	していなかった	一部がしていた
死者発生世帯(%)	5 (11.9)	75 (32.8)	3 (33.3)	77 (29.4)	58 (27.5)	22 (36.7)	6 (21.4)	71 (30.9)	9 (14.8)	70 (33.7)	2 (66.7)
その他の世帯(%)	37 (88.1)	154 (67.2)	6 (66.7)	185 (70.6)	153 (72.5)	38 (63.3)	22 (78.6)	159 (69.1)	52 (85.2)	138 (66.3)	1 (33.3)
計	42	229	9	262	211	60	28	230	61	208	3

表-4 避難状況と他の条件との関係

避難状況	過去の被害経験		過去の避難経験		避難時のリーダー		避難命令	
	有	無	有	無	有	無	有	無
全員していた (%)	7 (16.7)	54 (23.6)	1 (11.1)	60 (22.9)	48 (22.7)	13 (21.7)	15 (53.6)	44 (19.1)
していなかった (%)	35 (83.3)	172 (75.1)	8 (88.9)	199 (76.0)	161 (76.3)	46 (76.7)	13 (46.4)	183 (79.6)
一部がしていた (%)		3 (1.3)		3 (1.1)	2 (0.9)	1 (1.7)		3 (1.3)
計	42	229	9	262	211	60	28	230

表-3では、5つの要素をそれぞれ独立に取上げているが、避難状況は他の4つの要素に支配されていると考えられる。そこで、避難状況と他の要素の関係を表-4に集計した。家族全員が避難していたと、一部が避難していたが合わせて64例であるので、避難していた世帯の率は23.5%である。この数値を目安とすると、避難命令の有無のみが、有効に働いていると考えられる。過去の被害経験と避難経験(例が少ないが)、ならびに避難時のリーダーの有無は、避難をしていたか否かには有効に働いていない。避難命令があれば50%以上が避難しているが、無ければ80%以上が避難していない。避難命令が届かなかったことと、避難命令の内容が中島川などの低地帯を対象に出されたこと(東京大学新聞研究所災害と情報研究班, 1983)が、死者を多数発生させたことと関りがありそうである。

過去に被害経験があると災害に対する対応がうまくでき、被害が軽減されやすいという。しかし、表-3と4を合せてみると、被害経験が有ることが死者の減少には有効に働いているが、避難行動へとはつながっていない。すなわち、過去に被害経験が有るので、早めに避難した結果、家屋が全壊しても、死者はあまり出なかった、ということにはなっていない。被害経験ありが死者の減少に有効であった理由は避難以外に求められなければならないが、その理由は確かめ得なかった。

3 台風10号による人的被害

3-1 台風10号による被害の概要

長崎豪雨から間もなく、台風10号が8月2日0時ごろ愛知県の渥美半島に上陸し、さらに北進して5時ごろ能登半島から日本海へと抜けた。この台風に伴う豪雨による被害は島根県から北海道まで広がり、警察庁の調べでは、死者・行方不明者81名、負傷者137名、全壊家屋168棟、半壊家屋437棟、流失家屋26棟を生じた。

3-2 台風10号による人的被害

台風10号による死者は筆者らの調査では82名であった。警察庁の調査では81名であったが、群馬県の死者が警察庁の調査より1名多くなっていたため82名となった。この他に警察庁の調査では10号台風による死者としては扱われていない2例がある。1例は、新潟県の関屋分水路の河口から7月31日にゴムボートで釣りに出た2名で、他の例は、富山県下の黒部川の黒部ダムより下流3km付近で8月1日の夜にキャンプ中に増水により流されたと考えられる7名である。この9名を加えると、死者・行方不明者は91名となる。

表-5に原因別の死者・行方不明者(以下死者と表現する)を示した。山腹斜面の崩壊(山腹斜面の崩壊が引き金となって発生している土石流や鉄砲水も含む)によるもの42名、崖・石垣などの崩壊によるもの14名となり、両者を加えると、い

表-5 原因別死者・行方不明者数

原因	人数	%
山腹斜面崩壊*	42	51.2
崖・石垣・土砂崩れ	14	17.1
中州でキャンプ中に増水	7	8.5
河川・側溝へ転落	7	8.5
キャンプ中のテントへ倒木	4	4.9
道路損壊	3	3.7
家屋流失	1	6.1
港で転落	1	
船舶座礁	1	
風で飛んだ角材に当る	1	
屋根から転落	1	
計	82	100.0

*土石流による死者を含む。

いわゆる土砂災害による死者は56名となり、全体の68% (82名中) となる。その他の原因では中州でキャンプ中に増水により流された7名、河川や側溝へ転落した7名が大きな数字となる。10号台風の場合にも、死者の原因に土砂災害が占める割合が高くなっている。

死者を行動別に分類すると、自宅など屋内にいた者は49名で、59%を占める。作業中に見廻りに出ている時に死亡した者は16名で20%であった。一方、キャンプ中などレジャー中に死亡した者が17名おり、ほぼ5名に1名の割合になっている。さらに、前述した2例の9名を加えると、26名となり、29% (91人中) に達していた。8月1日が夏休み中の日曜日という条件がかなり効いていると思われる。

図-2に、8月1日から2日にかけての48時間雨量と死者の発生地点を示した。死者の発生地点は土砂災害によるものと他の原因によるものとを区別して示してある。死者は13府県で発生しているにもかかわらず、土砂災害による死者は、48時間雨量200mmの範囲内にほぼおさまっている。言

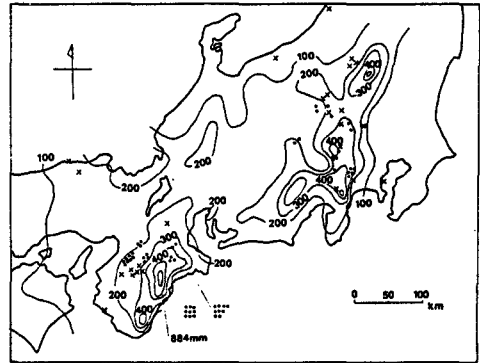


図-2 昭和57年8月1日～2日の48時間雨量と死者の発生地点

・山腹斜面崩壊と崖崩れによる死者発生地点
×その他の原因による死者発生地点

いかえれば、死者の発生原因は表-5に示すように様々であるが、主原因である土砂災害は限られた範囲内に発生している。逆の見方をすれば、栃木県北西部、静岡県北部、三重県南部から和歌山県南東部の各地域で土砂災害による死者が発生していないのがかえって疑問になる。静岡県北部では山腹斜面や崖の崩壊は115か所、道路の損壊も127か所記録され、梅ヶ島温泉などいくつかの集落が孤立している。しかし、全壊家屋は4棟しか発生していない。他の地域については、土砂災害自体の件数も多くない。栃木県で4件、和歌山県では16件しか記録されていない。

台風10号による死者の原因や行動からは次の点が指摘できよう。

①台風に伴うような豪雨や強風がもたらされると、それらがあまり大きくなくても、おもに人間の行動の条件に左右されて、かなり偶発的に死者が発生する。

②それに豪雨や強風という入力が大きくなると、山腹斜面の崩壊や土石流の発生などという条件も加わり、偶発的でない死者を増大させる。

③偶発的な死者では、レジャー中の死者が高いことが特徴であり、警報等の情報の伝達法が課題となると同時に、各個人の行動自体も反省されねばならない。

前節で述べた長崎豪雨の場合には、狭い地域が

集中的に豪雨という入力を受けている。その結果、偶発的でない死者が増大し、偶発的な死者の割合が低くなっている。

4 死者を減少させる対策上の諸問題

4-1 被害ポテンシャルの増大の抑止

「災害対策基本法」が制定された昭和36年以降、総合的ということが災害対策に強く打出された。最近では、更にそれが強調され、都市河川を対象とした総合治水対策の推進、土砂災害対策の一環である総合的な土石流対策の推進、総合的な大地震対策の策定などがとりあげられている。この総合的ということには、ハードな施設だけに頼っていたことへの反省と、ハードな対策ではもはや対応しきれないという方針の転換があり、ソフトな対策を重要視することがこめられている。

土石流対策については、昭和52年6月に出された河川審議会による「総合的な治水対策の推進方策についての中間答申」の中で、「砂防施設の整備を促進するとともに、土石流危険区域において、安全な土地利用方式を設定し、警戒避難体制等の拡充を図るほか、被害者救済制定を確立するなどの総合的な対策を実施し、被害を最少限にとどめるべきである」、とのべられている。また、昭和57年8月に出された建設事務次官による「総合的な土石流対策の推進について」という通達の中でも、「土石流に対処するための砂防工事の推進」、「土石流危険渓流の周知等」、「警戒避難体制の確立」、「住宅の移転の促進」、「情報の収集・伝達、防災意識の普及」などが掲げられている。

総合的な対策の必要性が指摘されているにもかかわらず、土砂災害による死者の発生は跡を絶たない。2節、3節でのべた長崎豪雨や台風10号による災害の後にも、山陰豪雨災害（昭和58年7月23日）により107名の死者が発生している。総合的な対策と言っても現実には集約的な土地利用が進んでしまっており、すでに危険地域に住宅が建設されているし、土地利用規制も行ないにくいという事情がある。

しかし、ソフトな対策が警報と避難のみにかたよりがちな現状は改めなければならない。建設事務次官通達に「住宅の移転の促進」という一項があり、被害ポテンシャルの低減が示唆されている。しかし、現実には、災害に遭遇する前に、危険地域から移転するということは考えにくい。現在取り得る対策は被害ポテンシャルをこれ以上増大させない、ということである。現在の研究段階でも、土石流が発生しやすい溪流や、地すべりや崩壊を起ししやすい斜面などの危険地域を把握することはかなり可能である。また、土石流の氾濫による危険地域の設定についてもいろいろと研究されている。これらの研究成果を活用し、危険地域を把握し、それを公表することによって、そこに新たに住宅が入りこまないようにすることは、平常時のソフトな対策として最も重要である。

被害ポテンシャルの増大の抑止でもうひとつ重要なことは、斜面に手を加えて新たな危険地域を出現させることを抑えることである。放置された森林伐採地の斜面からは岩屑の供給が促進され、渓床推積物が多くなり、それだけ土石流の発生の危険が増す。また、造成が不備な宅造地では崩壊を起しやすい。広島市、神戸市など西南日本内帯の花崗岩地域では、宅地造成地での崩壊や土石流による被害をしばしば受けてきた（たとえば、赤木、1980）。3節で述べた台風10号では、花崗岩地域ではないが、神奈川県や大阪府で新しい宅造地での人工斜面の崩壊が人命の損失につながっていた（松田ほか、1983）。このような新たな危険地域をつくり出さないことも被害ポテンシャルを増大させないために重要である。

4-2 災害危険地域の指定と公開

被害ポテンシャルの増大の抑止にも関係するが、災害を受けやすい危険地域の指定と公開はとくに重要である。災害危険地域は、各種の法律や条例に基づいて調査され、地域防災計画の中などに示されている。それらのおもなものには、急傾斜地崩壊危険箇所、地すべり危険箇所、土石流発生危険溪流、宅地造成工事規制区域、建築基準法に基づく条例による災害危険地域、などがある。

急傾斜地崩壊危険箇所は、昭和57年の調査では全国に72,258か所あり、そのうち、人工崖や他の事業による対策が行なわれるところを除いた57,935か所が急傾斜地崩壊対策事業の対象となっている。しかし、その整備状況は57年度末でも約13%にすぎない。地すべり危険箇所は、昭和57年の調査では、全国に11,323か所、402,144 haあるが、そのうち、5,192か所、234,138 haが地すべり防止地域に指定されている（建設省河川局砂防部傾斜地保全課、1983）。一方、土石流発生危険溪流は、昭和55年までの調査では、全国でも62,272か所であったが、このうち、約15%の8,931溪流が昭和57年度末までに整備されたにすぎない。

このような調査結果があるが、危険地域に指定されるのは一部の箇所のみである。その理由として、指定されれば切土などの行為が制限されたり、保全措置をしなければならないことや、地価が下がる心配があることなどがあげられる。たとえば、土石流危険溪流は、地域防災計画にはのせられることになっているが、その内容は危険溪流の名称と位置がおもなものである。土石流に襲われる可能性のある危険区域については、土地価格への影響と危険区域調査の精度上の問題などにより、公表されていないのが実情である。

地震災害についての地域防災計画を策定する場合には、被害想定が根拠にされることがしばしばある。しかし、地震災害の被害想定は完全に科学的に論拠を持つものばかりとは限らない。多くの仮定を置きながら計算される。土砂災害についても同様のことが必要ではないだろうか。もちろん、危険区域の認定ではその精度が問題になる。しかし、危険区域に入っていなければ安全である、という言い方をせずに、とくに危険と思われる地域がどこか、という言い方をし、その周辺部にも影響が出る、としておけば、住民の受けとり方も異なるであろう。

4-3 災害時への対応の準備

第2節にのべた長崎豪雨災害でもそうであるが、危険箇所や危険区域となっていないところで

も土砂災害は発生する。そのうえ、それらの場所の公表に様々な障害があることを考えると、住民に災害時への対応について、常に準備しておくよう示すことが必要となる。それには以下のようなことが重要となろう。

① 居住地の土地条件についての啓蒙

災害地の現地調査では、「あの山が崩れるとは思わなかった」、「今まで災害はなかったので、予想もしなかった」、などということを知ることが多い。土石流や斜面崩壊は豪雨さえ降ればいつでも発生するというわけではない。土石流を出した溪床や崩壊した斜面は、その後は補償的に小規模な崩壊などを発生させながら安定する。再び不安定になるまでは危険性は低い。したがって、先祖伝来被害を受けていないと言っても必ずしも安全ではないし、最近被害を受けたから必ず危険であるというわけでもない。現在の居住地がどのような状況にあるかを住民に周知させ、思いもかけなかったとか、予想もしなかったということを知ることが重要である。

② 災害発生予測

ある固有の斜面が崩壊するのか否か、もしくは、ある固有の溪流から土石流が出るのか否か、ということは、なかなか確定できない。しかし、ある地域の地形・地質条件を考えれば、どの程度の雨があれば、どこかに斜面崩壊や土石流が発生するという目安は与え得る。過去の災害事例から、基準となる雨量が各地域毎に指示される必要がある。

③ 避難ルートと避難地の確保

長崎豪雨の場合にも、台風10号の場合にも、せっかく避難したのに避難先で罹災する例がある。降雨の予報の精度を上げ、避難勧告を出せば人命の損傷が減少すると考えがちであるが、安全な避難ルートと避難場所が確保され、さらに、適切な判断力を伴う行動がとられなければ、避難はうまく行かない。実際の避難は、机上のプランとは全く異なり、その場その場に応じた対応をしなければならない。そのためにも周囲の土地条件について理解することが必要であることを、住民に浸透させなければならない。

参 考 文 献

- 赤木 祥彦
- 1980 広島都市圏における宅地造成による地形の
 改变. 地学雑誌 vol. 89, pp. 348-360.
- 建設省河川局砂防部砂防課
- 1983 地すべり・急傾斜地崩壊対策. 河川 no.
 441, pp. 58-61.
- 東京大学新聞研究所災害と情報研究班
- 1983 1982年7月長崎水害における組織の対応—
 情報伝達を中心として— 東京大学新聞研
 究所, 209p.
- 長崎県土木部
- 1983 7.23長崎大水害誌. 長崎県土木部砂防課,
 331p.
- 長崎大学学術調査団
- 1982 昭和57年7月長崎豪雨による災害の調査報
 告書. 長崎大学工学部 145p.
- 松田 磐余・花井 徳寶・望月 利男
- 1985 長崎豪雨災害における全壊家屋居住者の被
 害と避難行動. 地学雑誌 (印刷中)
- 松田 磐余・望月 利男・木平 秀夫
- 1982 死者・行方不明者に関する調査・台風10号
 による災害とその社会への影響に関する調
 査研究報告書, pp. 58-73.

DAMAGE CAUSED BY THE NAGASAKI HEAVY RAIN AND THE TENTH TYPHOON OF 1982, AND SOME PROBLEMS ON COUNTERMEASURES

Iware Matsuda*, Tokuho Hanai** and Toshio Mochizuki*

*Center for Urban Studies, Tokyo Metropolitan University

**Department of Architecture, Nagasaki Institute of Applied Science

Comprehensive Urban Studies, No. 23, 1983, pp. 107–115.

Some characteristics of loss of life in the Nagasaki Heavy Rain of July 23 and the Tenth Typhoon of August 1, 1982 were as follows:

- (1) Geologic hazards brought the most serious damage to human life; that is, about 88% of the fatalities were caused by debrisflows or landslips following heavy rain in Nagasaki and 68% during the heavy rain of the Tenth Typhoon in the central part of Japan;
- (2) The fatality rates of infants and the aged were very high;
- (3) Fatality rate of women was higher than that for men;
- (4) Evacuation was determined to be the most effective measure in reducing fatalities, but residents are not to take refuge unless they are ordered to evacuate or they sense a real danger.

Taking into account these characteristics, the authors discussed comprehensive measures to counter geologic hazards. They pointed out that ① control of increase in damage potential, ② designation of areas prone to be damaged and ③ preparedness for disaster are indispensable to reducing the number of deaths.