

UDC 550.349(522)

阿蘇山北東部の地震による被害について

Damage in the Northeastern District of Mt. Aso
Caused by the Earthquake of January 23, 1975.

片山恒雄*・佐藤暢彦*

Tsuneo Katayama and Nobuhiko Sato

1. 地震の概要

1975年1月22日13時41分ごろ、阿蘇山の北東約15km付近に地震が発生した(図-1)。この地震による震度は阿蘇山測候所でⅣ(中震)、熊本でⅡ(軽震)であったが、九州横断道路沿いのドライブインで鉄筋コンクリートの柱や壁に亀裂が入り、陳列ケースが割れるなどの被害が生じた。震央は北緯33.1°、東経131.1°と発表され、¹⁾がけ崩れにより国道210号線が大大分県日田

郡天ヶ瀬町で遮断されたほか、県道にも小さな亀裂が生じたところがあった。その後、余震が続発し、22日のうちに阿蘇山測候所では64回の地震(有感地震7回)が記録されたが、最大のものでも震度Ⅱであり、23日に入って地震活動は弱まったかにみえた(図-2)。特に23日の12時から20時にかけては、阿蘇山測候所での有感地震は0であった。

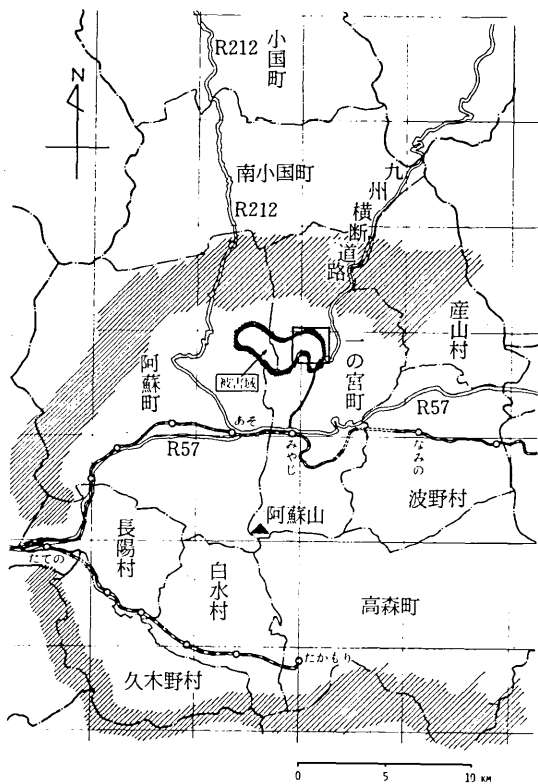


図-1 阿蘇山および周辺の地図(斜線部:外輪山の概略。一の宮町北部の枠は図-5に示す範囲に対応。図中の網目は6km×6km)。

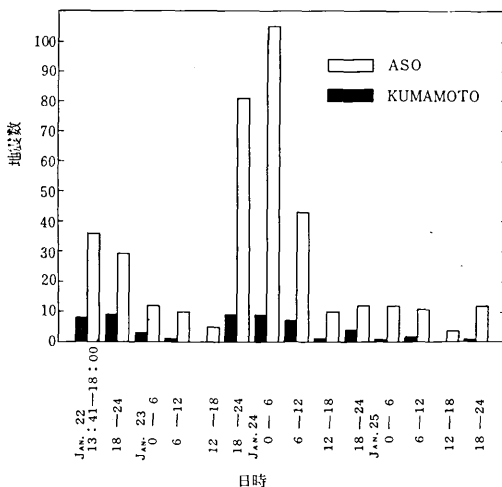
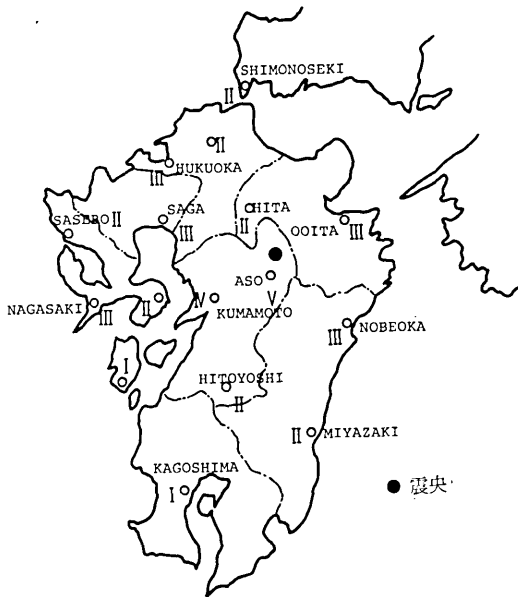


図-2 阿蘇山測候所および熊本気象台で記録された地震数の推移

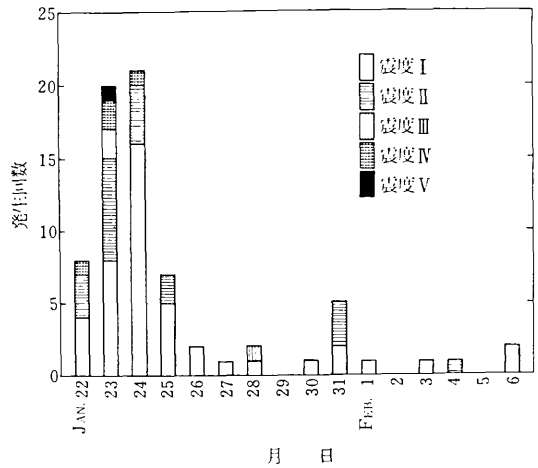
しかし、同日20時59分ごろ、震度Ⅲ(阿蘇山測候所)が記録され、再び発生回数増加のきざしがみえてきたが、23時19分に至ってそれまでの最大の地震(本震)が発生した。阿蘇山測候所では観測用振り時計がとまり、震度Ⅴ(強震)と記録された。本震のマグニチュードは6程度とされており、被害のようすから判断して、震央は一の宮町北部付近で、震源の深さは約10kmと報告されている¹⁾本震による九州各地の震度分布を図-3¹⁾に示すが、後述するように一の宮北部の手野地区を中心にかなりの被害が発生した。

余震は翌24日に阿蘇山測候所では有感地震21回(うち2時57分ごろ震度Ⅳ)が記録されたが、以後発生回数は減少している(図-4)。

* 東京大学生産技術研究所 第5部



図一三 1月23日23時19分ごろの本震による九州各地の震度分布



図一四 阿蘇山測候所で記録された有感地震発生回数の推移

今回の地震活動は、阿蘇山の火山活動と直接関係していないようであり、阿蘇山測候所における地震計の連続微動観測および火口の現地観測から大きな変化は認められていない¹⁾。本震およびいくつかの前震・余震はすべて熊本から北東ないし東北東の方向、初期微動

表一 被害の概要

(熊本県阿蘇地震地方災害対策本部の調べによる。1975年2月5日現在)

	人的被害		住家被害			非住家 全・半壊	道路被害	水道被害	文教施設	被害総額 (千円)
	重傷	軽傷	全壊	半壊	一部破損					
一の宮町	1	13	9	43	269	255	30	33	4	509,233
阿蘇町		6	1	4	96	39	40	24	2	145,298
南小国町					9	11	8			15,344
高森町					2	1				102
産山村					20	1	10	2		31,740
波野村					2			1		580
長陽村					2	1	4			830
計	1	19	10	47	400	308	92	60	6	712,147*

* 阿蘇郡全体の被害総額

表二 各種施設の被害額

(熊本県阿蘇地震地方災害対策本部の調べによる。1975年2月5日現在)

公共施設	公共土木施設	67,700千円
	農林水産施設	135,015
公共文教施設	19,520	
その他の公共施設	19,200	
その他	農林水産関係	113,785
	商工関係	45,225
	その他(住家等)	311,702
合計		712,147

時間6秒とほとんど一定の場所で発生している。被害地区の実地踏査からの印象では、少なくとも本震の震央は一の宮町北部手野地区(図一の枠内上部)またはその若干北方で、マグニチュードは6よりも小さいのではないかと思われた。

2. 被害の概要

熊本県阿蘇地震地方災害対策本部の集計²⁾によれば、2月5日現在の被害は表一、表二の通りである。被害総額は熊本県下で約7億円、住家の全・半壊によ

る羅災世帯57, 羅災者数 261 である。表-1 から明らかなように, 最大の被害は一の宮町に発生し, 被害総額の 7 割強を占めている。阿蘇町の被害がこれに続き, 両町の被害の合計は被害総額の 9 割以上となっている。表-1 の住家被害をみても, 全・半壊が生じたのはこれら 2 つの町だけである。

実際の被害は表-1 が示すよりもさらに局地的であり, 図-1 に示されるように, 一の宮町北部から阿蘇町北部に集中している。この地域は阿蘇外輪山北部の

南側斜面とカルデラ凹地の境界付近にあたり, 南側の国鉄豊肥本線沿いの一の宮町および阿蘇町の中心部にかけては水田地帯が広がっている。また外輪山の北側は牧場地帯で集落は存在しない。このような集落の偏在が被害域を極めて狭い带状地帯に集中させた 1 つの原因とも考えられる。写真-1 は図-5 の a 点からほぼ真西に向って撮影したものであり, 向い側の山すそに沿って左から一の宮町の片隅地区, 尾籠地区および

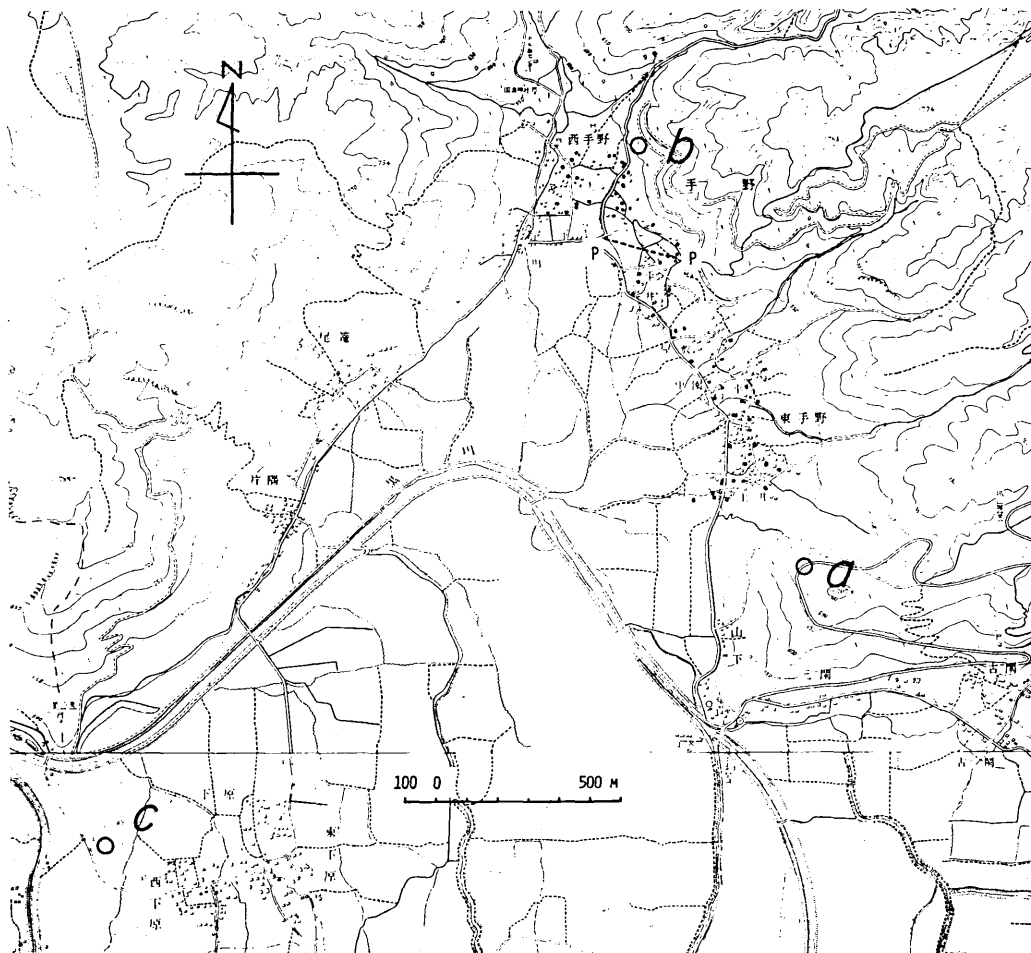


図-5 一の宮町手野地区および周辺の地図(図-1 に枠で示した部分に対応, 調査した家屋は黒く塗りつぶしてある。)



写真-1 一の宮町北部の俯瞰図.



写真-2 西手野地区北部の墓地における墓石倒壊

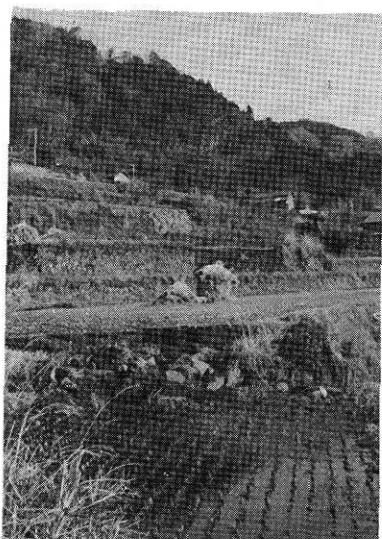


写真-3 石垣の崩壊

西手野地区の集落が見られる。

被害地域の实地踏査の結果によれば、特に被害が激甚であったのは、上記の被害域の中でも、一の宮町の手野地区(図一5参照)である。この地域は直径が約1km程度の区域であり、家屋の全・半壊、石垣の崩壊、ブロック塀の倒壊などが多発した。写真一2は、図一5のb点にある墓地における墓石の倒壊のようすを示したものであり、この付近では震度Vの上限からVIの下の方であったと想像される。一の宮町の尾籠地区・片隅地区および阿蘇町の山田地区でも石垣の崩壊などが目立ったが、全体的に被害はかなり軽減しており、図一5のC点の墓地では、もはや数個の墓石をのぞいて転倒に至ったものは無かった。C点は被害激甚地区の中心からわずか2.7km程度であるが、この付近での地震動はすでに震度IVから震度Vの下限程度であったと思われる(これから単純に考えると阿蘇山測候所における震度Vはやや過大な評価であると思われる)。集落が偏在しているために、観察された被害激甚地域(震度VIの下の方くらいを考えている)がたまたま小さかったということもあろうが、マグニチュードが6よりも小さかったと考えるのが妥当と思われる。

写真一3および4は、手野地区に数多く発生した空石積の石垣の崩壊のようすを示したものである。写真一4は、図一5のp-pに沿ったほぼ直線上に連続して見られた斜面の違う高さに位置する4個の石垣および盛土の崩壊を示したものであり、この線の周辺の家



写真一4 一直線上にならんだ4箇所の石垣崩壊

屋には被害程度の大きいものが多かった。約70戸の家庭に対する聞き込み調査(後述)の結果では、この線より南側では家具の転倒などから南北方向の地震動が強かったと判断され、この線より北側では一部例外もあるが主として東西方向の振動が卓越したという印象を受けた。前述の墓地(図一5のb点)の墓石がほとんどすべて東側に落下していたことも、これを裏付けている。

3. 聞き込み調査の結果

余震活動がかなり弱くなった2月8日に、筆者らは被害が最も激しかった手野地区を中心に約70家庭の聞き込み調査を実施した。以下に家屋、プロパンガス・ボンベおよびブロック塀の被害に関する調査結果をまとめて示す。家屋被害が甚しいため疎開していたり仕事のためなどで不在の家もあり、平均して3軒から4軒に1軒の割合で行なった調査であるから、結果が完全に被害状況を表わしているとは言えない。

1) 家屋の被害

表一3に調査家屋の構造、建築後の経過年数、家屋の建っている地形の分布と被害の程度の統計を示す。大部分の家が阿蘇外輪山の南または南西斜面上にある木造家屋で、建築後11年以上経過しているものが大半である。斜面の家屋は古い切盛土上にあり、下の方の平地に近いところではもともと段々畑の水田であった場所を後に宅地に転用した例が多い。

壁・柱・はりなどが大被害を受けたり、家屋が全体として傾き大修理を要すると判断されたものは9棟(全調査数の約14%)であったが、これらはすべて建築後20年以上を経過しており、そのうち7棟は50年以上経過したものであった。かなりの修理を必要とすると判断された中程度以上の家屋は36棟で、全調査数の約57%に達していた。

表一3 調査した家屋の分類および被害の程度

	調査家屋	被害程度別の棟数			
		棟数	百分率(%)		
種類	木造平屋	34	52	12	7
	木造2階	26	39	12	2
	その他	6	9	3	0
建築後の経過年数	0~10年	10	16	3	0
	11~30年	25	40	15	1
	31~50年	7	11	2	1
	51年以上	21	33	7	7
建っている場所	斜面	46	71	17	5
	平地	19	29	10	4
被害程度別の合計棟数				27	9

2) プロパンガス・ボンベの転倒

今回の地震の被害地区では、ほとんどすべての家庭でプロパンガスが使用されていた。地震時のボンベの状態については63家庭での聞き込み調査を実施したが、その結果をまとめて表-4に示す。大部分の家庭では2個のボンベを使用しており、その大部分は10kgボンベであった。

調査家庭63のうちで、24家庭では地震時にボンベが転倒するか大きく移動するかしており、これは全体の約40%に達する。また、この結果、管が抜けたと答えたのは5家庭であり、全体の10%弱であった。本震の前日から前震が続いており、プロパンガスの元栓を閉める申し合せがあったと報道されていたが、それでも元栓を開けたままで本震をむかえた家庭が少なくとも全調査数の20%に達していた。また、地震時にボンベが転倒しないように何らかの方策を構っていた家庭は全体の約17% (11家庭) であり、そのうち転倒防止用の鎖を用いていたのは5家庭にすぎない。他の家庭では、22日の前震の後で、ボンベをひもで家に結びつけたり、箱に入れたりしたものであった。本震による被災後に鎖を設置した家庭がいくつかあったが、これらの鎖も極めて安直に板壁や柱に固定されているだけであった。この地区では背の低い10kgボンベが大部分であったが、それでも相当数が転倒したり大きく動いたりしている。20kg以上の背の高いボンベではさらに転倒の可能性は高いと考えられ、転倒防止用鎖の使用を義務付けるだけでなく、鎖の固定法についても安全な指針を示す必要があると思われる。¹⁾ 本震の発生が夜の11時すぎであったことや前震があったために多くの家庭で注意をしていたことなどのため、火災は1件も発生していない。

表-4 プロパンガス・ボンベの地震時状況

調査した家屋の総数		63*
ボンベの個数	10 kg	105
	20 kg	19
ボンベに被害のあった家庭の数	大移動および転倒	24 (38%) **
	管の抜け	5 (8%)
地震時の元栓の状態(家庭の数)	閉じていた	30 (48%)
	開けたままであった	13 (20%)
	不明	20 (32%)
ボンベの転倒防止策の有無	何らかの策を講じていた	11 (17%)
	何もしていなかった	36 (55%)
	不明	18 (28%)

* 聞き込みが出来た件数 ; この表の他の部分には留守の家でもボンベが外から見える場合には総計に入れたものもあり、総数が63になっていないところがある。

** 調査総数(家庭数)に対する比であり、ボンベの個数に対する比ではない。

3) ブロック塀の倒壊

調査した家屋のうちでブロック塀を有するものが29戸あったが、そのうち無被害11 (38%)、亀裂程度の小被害6 (21%)、頂部の1段または2段落下5 (17%)、全体的な倒壊7 (24%) であった。調査全数は少ないが、全体の40%以上のブロック塀が中程度以上の被害を受けている。被害を受けたものはすべて無筋ブロック塀であり、調査した範囲内では倒壊の方向については一定の性質が認められなかった。多くの家屋が斜面の切盛土上にあり、ブロック塀は盛土をおさえる石垣の上に建造されているものが多い。このため、被害の中には石垣の崩壊や盛土のゆるみによって生じたと思われるものがある。

4. 水道施設の被害

本地震による水道施設の被害は表-1のように、一の宮町33箇所、阿蘇町24箇所、産山村2箇所、波野村1箇所合わせて60箇所となっている。ここでは、被害の多い一の宮町手野地区の調査結果を報告する。調査は水道施設の復旧担当者および復旧工事者に直接面談した結果である。

一の宮町の水道の水源は手野地区の阿蘇外輪山の豊富な湧水によっている。山腹に簡単な堰を設けて、湧水を集め、自然の落差を利用して給水している。同町の水道施設は一の宮町中心街に給水している上水道と、外輪山の縁に点在している各集落へ給水している簡易水道の二つに分かれている。給水戸数は上水道がおおよそ900戸、簡易水道がおおよそ800戸という規模である。歴史は上水道の方が新しく約10年、簡易水道が20年から30年経過している。

両水道とも平井地区と土井地区に水源池・配水池を設け、図-6に示す系路にて給水している(配水本管と支管のみを示す)。上水道の配水本管は石綿セメント管(φ250mm)を使用し、簡易水道の本管は平井地区から尾籠方面へは石綿セメント管(φ100mm)、土井地区から山下・古閑方面へは铸铁のガス管(φ50mm)を主体としている。簡易水道の配水支管にはφ30-50mmの铸铁管・石綿セメント管・塩化ビニール管が使われている。これらの管は、ほぼ道路面下の深さ1.2-1.5mのところに埋設されている。

昭和50年2月8日正午現在の下水道および簡易水道の被害箇所は図-6に記入されている。上水道の折損被害は1箇所のみであり、一方簡易水道の被害は表-5に示す地区内だけでも41箇所にとぼっている。上水道の1箇所の被害は屈曲部から直線部に入って数メートルの管本体で生じている。破断は管軸に直角な面で起り、水平方向にはおおよそ4cm、上下方向にはわずかの食違があった。この被害箇所が北方の発破によって管を埋設した軟岩から南方の軟弱地盤に移る境界であ

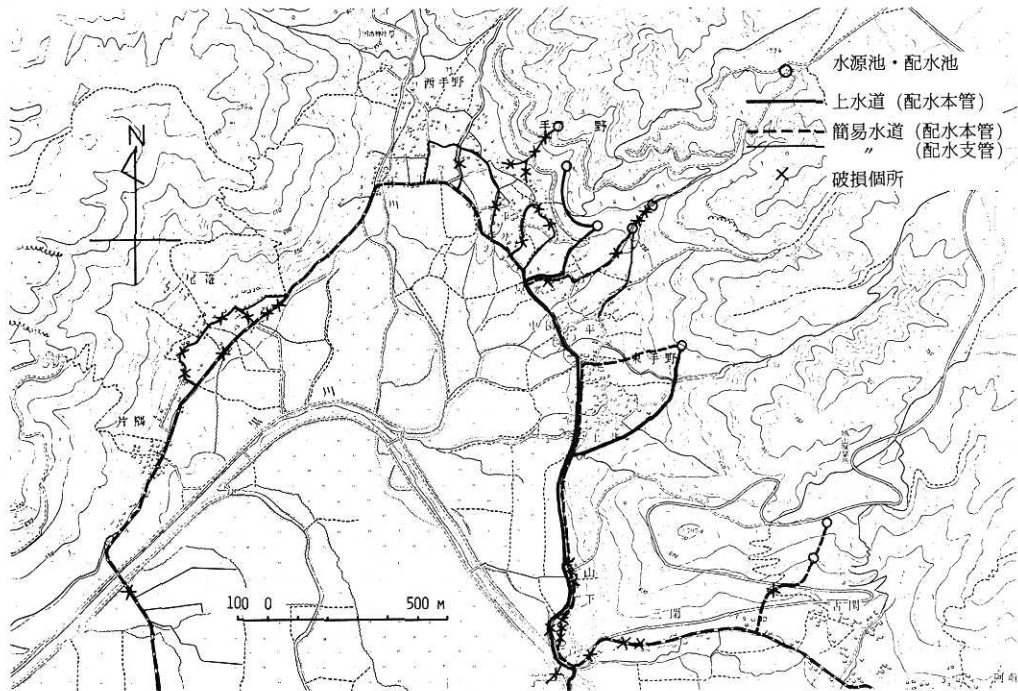


図-6 水道管路と被害箇所

ることが注目される。そのほかには、配水本管が黒川を渡るところで鉛コーキングが緩み漏水した程度で、一の宮町全体の上水道の被害はこの2件にとどまった。

簡易水道の被害は調査地区だけでも41件に達しているが、本震後2週間たった調査当日においても、水源池からの十分な取水にもかかわらず平井地区の配水池に全く貯水できず、配水管に空気を吸い込んでいる状態で、配水管系には未発見の被害が相当数あることが予想される。また、この地区は豊富な湧水にめぐまれているため、管路に沿って常に水が流れていることが、被害個所の発見を遅らせている。このため、地震後に10箇所ほどの止水弁を新設して、被害個所の発見に努めている状況であった。

水源池・配水池は山腹の斜面を切り取り基礎を設けているため、池本体には被害はなかった。ただ配水池の周囲を埋めもどした盛土に沈下がみられた。写真-5は平井地区にある配水池であって、配水管と盛土部とがモルタル程度の接合であるため、盛土の変形が管に及んでいない例である。

地区別の配水管の被害件数は平野地区が最も多く全体の50%となっている(表-5)。これは、図-6から判るように手野地区の管路長が他の地区に較べて長いことを考えれば、必ずしも震源からの距離の影響とはいいがたい。被害個所を地図上に記入してみると(図-6)、被害の発生しているところは、全て民家の存在しているところであって、山腹に入り込んだ平地の部

分とみることができる。阿蘇外輪山は風化した安山岩よりなり、平地は砂礫・粘土からなる洪積地である。したがって、山腹に近いところでは、岩盤地帯の中またはその縁を通過しているため被害は少なく、平地の部分の大きな岩塊まじりの軟弱地盤で多く被害が発生したことになる。簡易水道では、平地における管はこのような岩塊をさけて、ぬうように埋設されていて、特にここに被害が多くみられた。また、被害復旧のために掘りおこしてみると、岩塊と土壌との間に間隙が発生していたことからして、被害を多くした原因は、曲管が多いことに加えて、軟弱層内での大きな質量をもつ岩塊の振動によって埋設管に大きな力が作用したも



写真-5 配水池の被害状況

のと考えられる。なお、平井地区の水源池から配水池までの2件の被害は、落石による露出管の被害である。写真-6には落石による樹木への被害例を示した。

表-5 簡易水道の地区別被害件数

昭和50年2月8日正午現在

地区	配水本管	配水支管	給水管	計
尾籠	3	4	2	9
手野	4*	9	7	20
山下・三閑	8	1	0	9
古閑	3	0	0	3
計	18	14	9	41

* 露出管の落石による2件の被害を含む。



写真-6 落石による樹木の被害

調査地区の簡易水道管の種類および埋設後の年数は、平井地区から西部と土井地区から東部とで異なっている。いま、平井地区の配水池から西手野・尾籠・片隅そして黒川を渡る付近までの区間を西部、土井の配水池から山下・三閑を経て古閑の配水池に至る区間を東部として管路長と被害件数をまとめてみると、表-6のようである。(区間を限定したため、表-5の被害件数とは一致しない)。配水本管の被害は西部では20年前に埋設された石綿管(φ100mm)で6件であり、東部では30年前の铸铁管(φ50mm)で9件となる。これを管路長1km当りの被害件数にしてみると、石綿管では2.2件/km、铸铁管では4.3件/kmとなる。これで見限り、铸铁管の方が被害が多いことになるが、この铸铁管は昭和20年頃に埋設されたものであり、老化による

表-6 管種別被害件数

昭和50年2月8日正午現在

区 域	西 部*	東 部**
埋設後の年数	20年	30年
配水本管の種類と管径	石綿セメント管 φ100mm	铸铁管 φ50mm
管路長	配水本管	2.7km
	配水支管	2.1km
被害件数	2.5km	
	配水本管	6件
被害率	14件	
	配水本管	2.2件/km
	5.6件/km	

* 平井の配水池から尾籠を経て黒川を渡るに至る区間

** 土井の配水池から山下を経て古閑の配水池に至る区間

腐食の面も含めて材質的に問題があったものと考えられる。铸铁管区間の一部は一の宮町上水道の管と平行しているが、石綿管(φ250mm)の上水道には1件の被害しかなかったことから、この铸铁管の強度がかなり低下していたことがうかがわれる。西部の石綿管の被害率2.2件/kmは他の地震報告の値の上限をほぼ与えている。配水支管の管種などによる分類は明白でないが、平均的な被害率を求めたところ5.6件/kmという大きな値が得られた。

被害状況を見ると、铸铁管は主に継手部で折れているものが多く、石綿管は継手部・管体の区別なく、管軸に直角なきれいな面で破断している。写真-7は東部地区の铸铁管の継手部の破損例であるが、主に管軸方向の圧縮力によって破損したと思われる。



写真-7 铸铁管継手部の破損

5. む す び

1975年1月23日23時19分ごろ、熊本県阿蘇郡一の宮町北部に発生した地震により、震央付近は震度VI(烈震)の下限程度の地震動に襲われた。被害域は軽微な

被害まで合めれば、東西約20km(西は阿蘇町から東は産山村)、南北約15kmの範囲⁽¹⁾にわたるが、大部分の被害は直径1km以下の一の宮町手野地区に集中しており、本震のマグニチュードは最も大きく見積っても6程度と考えられる。

土木構造物の被害としては、簡易水道の埋設管折損があり、たびたび指摘されているように、⁽⁴⁾小口径石綿セメント管および古い鑄鉄管の被害が目立った。被害激甚地域の中心から1.5km程度のところにあった九州横断道路上の単径間橋梁(城山橋および第二城山橋)は、橋台に極く軽微なコンクリートの削落が認められる程度であった。

幸い火災は発生しなかったが、プロパンガスのボンベの転倒・大移動の割合は高く、家庭におけるボンベ保管の方法について、地震時の挙動を配慮した方策を考える必要があると思われた。

無筋ブロック塀が地震力に対してほとんど抵抗できないことは容易に想像できるが、このような塀を盛土端の土留め工付近の上に築造することが特に倒壊に結びつきやすいことに十分注意すべきである。都市部においては、特に道路に面した盛土端のブロック塀の築造について何らかの規制が望ましいと言えよう。また、今回の地震被害とは直接関係がないが、都市部のガソリン・スタンドの周辺の囲いに高いブロック構造が採

用されていることが多い。これらの危険物施設では、地震時被害を考慮して、ブロック塀類似の構造を規制することも一案であろう。

本報文は、筆者らが2月7日から9日の3日間にわたって実施した被害地域の調査結果に基くものであり、この調査には久保研究室伊藤邦興、片山研究室増井由春の両技官および大学院学生和田林道宜が参加した。特に本文中の図表の作成については、増井由春技官に負うところが多く、謝意を表する。

現地調査に際しては、熊本県防災消防課、熊本県阿蘇地震地方災害対策本部および一の宮町地震対策本部の関係各位に多大の便宜をはかっていただいた。ここに深甚の謝意を表する次第である。

(1975年3月5日受理)

参考文献および資料

- 1) 「昭和50年1月22日～24日の阿蘇山北東部の地震に関する地震速報」,熊本地方気象台昭和50年防災業務実施状況報告第1号,昭和50年1月28日.
- 2) 「阿蘇山北東部地震に関する資料」,熊本県阿蘇地震地方災害対策本部,昭和50年2月.
- 3) 柴田碧,藤田隆史,原文雄:「南伊豆における危険物・火災を中心とした地震被害——1974年5月9日——」,生産研究,26巻12号,昭和49年12月.
- 4) 田村重四郎:「1974年伊豆半島沖地震の被害調査報告」,生産研究,27巻2号,昭和50年2月.

次号予告(7月号)

特集 工業用材料の生産・加工システムの最適化

特集1. 巻頭言 最適生産システム研究と産業界の受入れ体制.....	鈴木 弘
“ 2. タービンプレート加工用ならい制御ベルト研削盤.....	植松哲太郎 大島康次郎
“ 3. 工具・被削材間の相対変位と表面あらさの関連に関する基礎実験.....	
“ 4. 棒材の精密せん断.....	佐藤 諒芳
“ 5. 板材成形加工の複合化.....	三井 公之
—ロールフォーミング加工中心として—	近藤 禎孝
“ 6. 薄板プレス加工への局部熱処理の利用.....	中川 威雄
“ 7. 板材圧延におけるの形状制御.....	木内 学
“ 8. 半溶融金属の塑性加の特長.....	町田 輝史 中川 威雄
“ 9. 放電微細加工の問題点.....	
研究室紹介	阿高 松男
増沢研究室.....	福岡新五郎
	増沢 隆久