

震災対策に関する制度・法律

Administrative Systems and Laws for Earthquake Disaster Countermeasures

八木 康 夫[†]

(Yasuo Yagi)

I. はじめに

平成7年1月17日に発生した阪神・淡路大震災では、死者6,000人余、負傷者43,100人余、住家の全半壊が210,000棟という戦後未曾有の被害が発生し、電気、ガス、水道、電話などのライフライン、高速道路、鉄道、港湾などの施設も著しく損傷し、また、古い木造住宅の密集した地域において大規模な家屋の倒壊や火災が発生するなど、都市型災害の被害の深刻さをあらためて認識させるものとなった。

この阪神・淡路大震災の教訓を踏まえ、国において、災害対策の広範な見直しおよびその推進に取組んできたところであり、今回の報告は、その取組み状況について法律改正・体制整備を中心として紹介するものである。

II. 取組みの概要

わが国においては、国土並びに国民の生命、身体および財産を保護するため、災害対策基本法により防災に関する体制および必要な災害対策の基本が定められ、国、地方公共団体等は、総合的かつ計画的な防災行政の推進に取組んでいる。

特に、阪神・淡路大震災の教訓を踏まえ、防災施策の新たな展開を図ってきているところであるが、具体的な体制整備の内容は、おおむね次のとおりである。

第1に、災害対策基本法を2回にわたり改正し、緊急災害対策本部の設置要件の緩和および組織の強化、非常災害対策本部設置の迅速化、災害時の交通の規制に関する措置の拡充等を行った。

第2に、防災基本計画を改訂し、具体的かつ実践

的な内容となるよう、災害の種類ごとに、災害予防、災害応急対策、災害復旧・復興の各段階ごとに、国、公共機関、地方公共団体等が実施すべき措置等を規定した。

第3に、首都直下型大規模地震等発生時の内閣の初動体制を整備するため、内閣総理大臣の職務代行、参集場所等について閣僚懇談会で申し合わせた。

第4に、大規模災害発生時の第一次情報収集体制の強化、中央防災無線網の都道府県への拡充、ヘリTV画像情報伝達体制の整備、地震防災情報システムの開発等情報収集体制の整備を行った。

第5に、自衛隊の自主派遣に係る判断基準の明確化と派遣要請手続きの簡素化、広域緊急援助隊および緊急消防援助隊の創設等救援体制の整備を行った。

こうした施策の推進により、災害対策に万全を期せる体制の整備に努めてきているところである。

III. 災害対策の推進体制

1. 災害対策の法体系

(1) 災害対策基本法 災害対策は、予防から応急対策、復旧・復興まで各種法律に基づき行われている。

災害対策基本法は、災害対策関係法律の一般法であり、災害対策の基本となる事項を規定している。その内容は、①防災に関する責務や組織、防災計画、②災害の予防、応急対策、復旧・復興の各段階において、それぞれの主体の果たすべき役割や権限、③財政金融措置と災害緊急事態などである。

災害対策基本法については、昭和36年に制定されて以来大幅な改正は行われなかったが、阪神・淡

[†]国土庁防災局防災調整課 課長補佐



路大震災の教訓を踏まえ、平成7年、二度にわたって大幅な改正を行った。

1回目は、阪神・淡路大震災の際に災害応急対策に係わる車両の通行が著しく停滞した状況等に鑑み、平成7年6月に改正が行われた。

主な内容としては、

- ① 都道府県公安委員会による災害時における交通の規制に関する措置の拡充
- ② 通行禁止等が行われた場合の車両の運転者の義務
- ③ 警察官等による緊急車両の通行の確保のための措置
- ④ 国家公安委員会の関係都道府県公安委員会に

対する通行禁止等に関する指示権

- ⑤ 警察官等が強制措置として車両その他の物件を破損した際の損失補償等の措置がとれることとした。

2回目は、内閣総理大臣主催の防災問題懇談会の提言を踏まえつつ、災害対策の強化を図るため、平成7年12月に改正が行われた。

主な内容としては、

- ① 緊急災害対策本部の設置要件の緩和と組織の強化
- ② 緊急災害対策本部長の権限強化
- ③ 現地対策本部の設置
- ④ 災害派遣を命ぜられた部隊等の自衛官への所

表-1 災害対策関係法律

(平成8年6月)

基本法	6. 災害救助法(厚生省)
1. 災害対策基本法(国土庁)	7. 日本赤十字社法(厚生省)
災害予防	災害復旧・復興
1. 河川法(建設省)	1. 公共土木施設災害復旧事業費国庫負担法(建設省)
2. 砂防法(建設省)	2. 農林水産業施設災害復旧事業費国庫補助の暫定措置に関する法律(農林水産省)
3. 地すべり等防止法(農林水産省・林野庁・建設省)	3. 公共学校施設災害復旧費国庫負担法(文部省)
4. 急傾斜地の崩壊による災害の防止に関する法律(建設省)	4. 激甚災害に対処するための特別の財政援助等に関する法律(国土庁)
5. 海岸法(農林水産省・運輸省・建設省)	5. 被災市街地復興特別措置法(建設省)
6. 森林法(農林水産省)	6. 被災区分所有建物の再建等に関する特別措置法(法務省)
7. 特殊土じょう地帯災害防除及び振興臨時措置法(国土庁)	7. 特定非常災害の被害者の権利利益の保全等を図るための特別措置に関する法律(総務庁・国土庁・法務省・建設省)
8. 防災のための集団移転促進事業に係る国の財政上の特別措置に関する法律(国土庁)	金融措置等
9. 大規模地震対策特別措置法(国土庁)	1. 天災による被害農林漁業者等に対する資金の融通に関する暫定措置法(農林水産省)
10. 地震防災対策強化地域における地震対策緊急整備事業に係る国の財政上の特別措置に関する法律(国土庁)	2. 農林漁業金融公庫法(農林水産省)
11. 活動火山対策特別措置法(国土庁)	3. 自作農維持資金融通法(農林水産省)
12. 豪雪地帯対策特別措置法(国土庁)	4. 農業災害補償法(農林水産省)
13. 地震防災対策特別措置法(国土庁・科学技術省)	5. 森林国営保険法(農林水産省)
14. 建築物の耐震改修の促進に関する法律(建設省)	6. 漁業災害補償法(農林水産省)
15. 石油コンビナート等災害防止法(通商産業省・消防庁)	7. 漁船損害等補償法(農林水産省)
16. 気象業務法(気象庁)	8. 中小企業信用保険法(中小企業庁)
災害応急対策	9. 中小企業近代化資金等助成法(中小企業庁)
1. 海上保安庁法(海上保安庁)	10. 公営住宅法(建設省)
2. 消防法(消防庁)	11. 住宅金融公庫法(建設省)
3. 消防組織法(消防庁)	12. 鉄道軌道整備法(運輸省)
4. 水防法(建設省)	13. 空港整備法(運輸省)
5. 自衛隊法(防衛庁)	14. 災害弔慰金の支給等に関する法律(厚生省)

要の権限の付与

⑤ 市町村長による都道府県知事に対する自衛隊の災害派遣の要請の要求等

⑥ 地方公共団体相互の応援等である。

(2) **その他の法律体系** 災害予防のための法律として、予防に関するものや特定の事態に備えた特別法などがある。具体的には、河川法、砂防法、地すべり等防止法等が前者に当たり、大規模地震対策特別措置法、活動火山対策特別措置法、豪雪地帯特別措置法等が後者に当たる。また、災害予防のための事業についての財政上の特別措置がその内容の中心となっているものとして、防災のための集団移転促進事業に係る国の財政上の特別措置に関する法律、地震防災対策特別措置法などがある。

また、災害応急対策のための法律には、被災者の

救難・救助に関するものなどがあり、消防法、水防法、災害救助法などがこれに当たり、組織法として、海上保安庁法、消防組織法などがある。

さらに、災害復旧・復興のための法律には、各種施設の災害復旧事業費を国が負担または補助するための法律として、公共土木施設災害復旧事業費国庫負担法、農林水産業施設災害復旧事業費国庫補助の暫定措置に関する法律等があり、国民経済に著しい影響をおよぼし、かつ、当該災害による地方財政の負担を緩和し、または被災者に対する特別の助成を行うことが特に必要と認められるような災害が発生した場合には、激甚災害に対処するための特別の財政援助等に関する法律により特別の財政援助が講じられる。このほか、被災市街地復興特別措置法、被災区分所有建物の再建等に関する特別措置法などもこれに当たる。

表-2 地震防災緊急事業五箇年計画

<p>(1) 根拠法 地震防災対策特別措置法</p> <p>(2) 施行年月日 平成7年7月18日</p> <p>(3) 目的 全国的な地震防災対策の強化</p> <p>(4) 作成者 都道府県知事</p> <p>(5) 作成初年度 平成8年以降の年度を初年度とする。</p> <p>(6) 地震防災緊急事業五箇年計画の協議及び事業の実施</p>	<p>道路</p> <p>(5) 緊急輸送を確保するため必要な道路、交通管制施設、ヘリポート、港湾施設又は漁港施設</p> <p>(6) 共同溝、電線共同溝等の電線、水管等の公益物件を収容するための施設</p> <p>(7) 公的医療期間その他政令で定める医療機関のうち、地震防災上改築又は補強を要するもの</p> <p>(8) 社会福祉施設のうち、地震防災上改築又は補強を要するもの</p> <p>(9) 公共の小学校または中学校のうち、地震防災上改築又は補強を要するもの</p> <p>(10) 公立の盲学校、ろう学校または養護学校のうち、地震防災上改築又は補強を要するもの</p> <p>(11) 第7号から第10号までに掲げるもののほか、不特定かつ多数の者が利用する公的建造物のうち地震防災上補強を要するもの</p> <p>(12) 海岸保全施設又は河川管理施設</p> <p>(13) 砂防設備、保安施設、地すべり防止施設、急傾斜地崩壊防止施設又はため池で家屋密集地域の地震防災上必要なもの</p> <p>(14) 地域防災拠点施設</p> <p>(15) 防災行政無線設備その他の施設又は設備</p> <p>(16) 井戸、貯水槽、水泳プール、自家発電設備その他の施設又は設備</p> <p>(17) 非常用食糧、救助用資機材等の物資の備蓄倉庫</p> <p>(18) 救護設備等地震災害時における応急的な措置に必要な設備又は資機材</p> <p>(19) 老朽住宅密集市街地に係る地震防災対策</p>
<p>地域防災計画への掲載 (都道府県防災会議、市町村防災会議) (地域防災対策特別措置法)</p>	
<p>地震防災緊急事業五箇年計画の作成 (第2条) (都道府県知事) 意見聴取 (第2条) 関係 市町村長</p>	
<p>地震防災緊急事業五箇年計画の協議 (第2条) (内閣総理大臣) 意見聴取 (第2条) 関係 行政機関の長</p>	
<p>地域防災緊急事業五箇年計画に沿った事業の実施 (国、都道府県、市町村等)</p>	
<p>(7) 地震防災緊急事業五箇年計画の内容等</p> <p>ア 計画期間 平成8年以降の年度を初年度とした5か年間</p> <p>イ 計画事項 (法第3条1項各号) 次の19種の施設等の整備等に関する事項</p> <p>(1) 避難地</p> <p>(2) 避難路</p> <p>(3) 消防用施設</p> <p>(4) 緊急活動が困難である区域の解消に資する</p>	

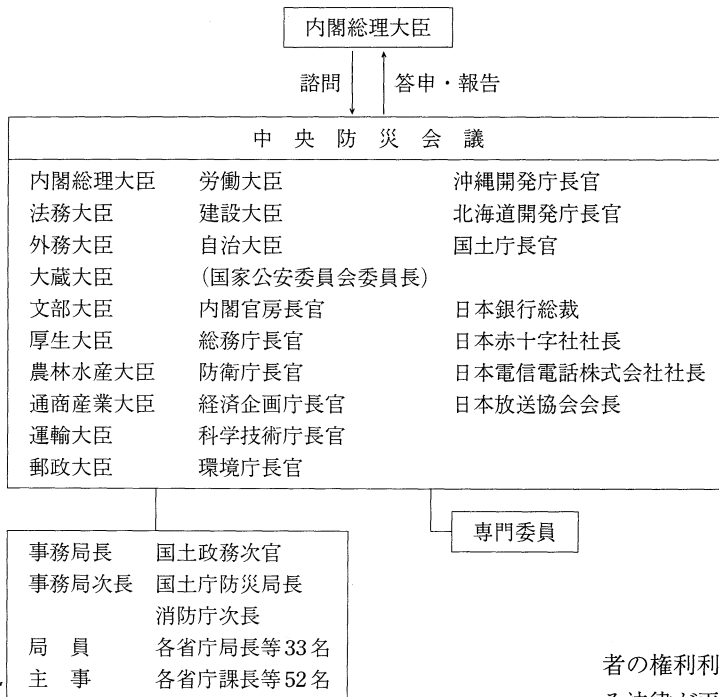


図-1 中央防災会議組織図

以上のような災害への対応の流れに沿った各法律のほかに、金融措置等を内容とするものがあり、天災による被害農林漁業者等に対する資金の融通に関する暫定措置法、農林漁業金融公庫法、住宅金融公庫法などがこれに当たる。

今回、制定等された主要な法律の概要は、以下のとおりである。

① 地震防災対策特別措置法 阪神・淡路大震災において甚大な被害が生じたこと等に鑑み、地震による災害から国民の生命、身体および財産を保護することを目的とした「地震防災対策特別措置法」が議員立法により平成7年6月に制定された。

この法律は、都道府県における地震防災緊急事業五カ年計画の作成およびこれに基づく事業に係る国の財政上の特別措置について定めたほか、地震に関する調査研究の推進のための体制の整備等について定めたものである。

これにより、都道府県知事は、人口、産業の集積等の社会的条件や地勢等の自然的条件を総合的に勘案して、地震により著しい被害が生じるおそれがあると認められる地区について、「地震防災緊急事業五カ年計画」を作成することができるようになっ

た。

「地震防災緊急事業五カ年計画」は、避難地、避難路、消防用施設、地域防災拠点施設等の地震防災上緊急に整備すべき施設等に関する五カ年間の計画で、全都道府県が平成8年度を初年度とする五カ年計画を作成したところである。

この計画により実施される事業のうち、特に災害応急対策の充実、被災者の生活の早期安定化、災害弱者対策を対象とする事業については、同法に基づく財政上の特別措置が設けられている。

② 特定非常災害の被害者の権利利益の保全等を図るための特別措置に関する法律 特定非常災害の被害者の権利利益の保全等を図るための特別措置に関する法律が平成8年6月に制定された。

この法律は、阪神・淡路大震災に対応するため立法された各種特別措置等を踏まえ、将来、非常に大規模な災害が発生した場合、比較的定型的に立法措置が必要となると予想される特別措置について、あらかじめ一般制度化しておく必要があることから制定されたものであり、具体的には、著しく異常かつ激甚な非常災害の被害者の権利利益の保全等を図るため、政令で指定して、①行政上の権利利益に係る満了日の延長等、②法人の破産宣告の特例、③民事調停法による調停の申立の手数料の特例、④建築基準法による応急仮設住宅の存続期間の特例に係る措置の全部または一部を講ずることができることとした。

2. 防災に関する組織

災害対策は、国、地方公共団体、公共機関、住民等の協力の下に、総合的、統一的に実施される必要がある。

国においては、内閣総理大臣を会長、全閣僚等を委員とする中央防災会議を設置し、各種防災計画の基本となる防災基本計画を作成し、その実施を推進するとともに、防災に関する重要事項の審議などを行っている。

また、国の行政機関29機関を指定行政機関とし

て、日本電信電話株式会社、電力会社等37機関を指定公共機関として内閣総理大臣がそれぞれ指定しており、これらの機関においては、防災基本計画に基づき、その所掌事務または業務について防災業務計画を作成し、災害対策の実施に当たっている。

都道府県、市町村においては、地方公共団体のほか指定地方行政機関、警察・消防機関、指定公共機関等の長またはその指名する職員からなる都道府県防災会議、市町村防災会議、石油コンビナート等防災計画に基づき、各種の災害対策が実施されている。

さらに、災害が発生したときは、災害の状況に応じ、市町村、都道府県、国において、災害対策本部を設置して、災害応急対策の迅速かつ確かな推進を図ることとしている。

3. 防災基本計画の改訂

防災基本計画は、わが国の災害対策の根幹をなすものであり、災害対策基本法第34条に基づき中央防災会議で作成する防災分野の最上位計画である。この計画に基づき、指定行政機関および指定公共機関は防災業務計画を、地方公共団体は地域防災計画を作成することとなる。

防災基本計画は、昭和38年に策定され、昭和46年にその一部が修正された。阪神・淡路大震災の直後、平成7年1月26日の中央防災会議で改訂することが決定され、平成7年7月に自然災害対策に係る全面的な改訂が行われた。さらに、平成9年6月、事故災害対策を追加する改訂が行われたところである。

(1) 平成7年7月の改訂 改訂された防災計画は、阪神・淡路大震災の経験を踏まえ、これまでのものを大幅に改めて内容を充実し、具体的かつ実践的に記述しており、次のような特徴があげられる。

- ① 災害種類別の体系構成 災害の種類に応じて講じるべき対策が容易に参照できるよう、わが国の代表的な自然災害である地震、風水害および火山災害ごとに編を設けている。
- ② 対応の時間的順序を考慮して各編を構成 各編は、災害予防・事前対策、災害応急対策、災害復旧・復興という順序で構成され、それらの内容を含め、原則として災害対策の時間的な順序に沿って記述している。

表-3 防災基本計画の構成

第1編	総則
第2編	震災対策編
第3編	風水害対策編
第4編	火山災害対策編
第5編	雪害対策編
第6編	海上災害対策編
第7編	航空災害対策編
第8編	鉄道災害対策編
第9編	道路災害対策編
第10編	原子力災害対策編
第11編	危険物等災害対策編
第12編	大規模な火事災害対策編
第13編	林野火災対策編
第14編	その他の災害に共通する対策編
第15編	防災業務計画及び地域防災計画において重点をおくべき事項

- ③ 具体的に対策を記述 できるだけ具体的に災害対策の内容を記述し、だれが何をなすべきかを明確にしている。
- ④ 国民の防災活動を明記 「自らの身の安全は自らが守るのが防災の基本」とし、家庭における水、食料の備蓄などの予防・安全対策や自主防災、ボランティア等の推進について定めている。
- ⑤ 社会構造の変化を踏まえた対応 近年の都市化、高齢化、国際化、情報化等の進展に伴い、災害に対する脆弱性が高まっているとの認識のもとに、これらの変化に十分に配慮して防災対策を推進することとしている。

(2) 平成9年6月の改訂 近年、防災をめぐる社会構造は、大きく変貌してきており、①高度な交通・運送体系の形成、②原子力の発電への利用の進展、③多様な危険物等の利用の増大、④高層ビル、地下街等の増加、⑤トンネル・橋梁等道路構造の大規模化など、社会・産業の高度化、複雑化、多様化に伴い、各種の大規模な事故による被害についても、防災対策の一層の充実強化を図ることが求められている。

また、阪神・淡路大震災を契機として、国、地方公共団体、関係機関、国民の間に災害全般に対する各般の取組みが増加しており、防災、危機管理に対する国民の認識・関心が高まっている。

このような近年の社会情勢や国民の認識に鑑み、

表-4 防災基本計画（震災対策編）の主要内容

1. 災害予防	・ 応急対策活動情報等の連絡
(1) 地震に強い国づくり, まちづくり	② 通信手段の確保
① 主要交通・通信機能の強化	(2) 活動体制の確立
② 地震に強い都市構造の形成	① 地方公共団体, 公共機関の活動体制の確立
(2) 迅速かつ円滑な災害応急対策, 災害復旧・復興への備え	② 地方公共団体の広域的な応援体制
① 情報の収集・連絡体制の整備, 情報の分析整理, 通信手段の確保	③ 災害対策関係省庁連絡会議の開催
② 職員の非常参集体制の整備, 防災関係機関相互の連携体制	④ 非常災害対策本部等の設置
③ 救急・救助, 医療及び消火活動のための資機材の整備, 体制の整備	・ 非常災害対策本部の設置
④ 緊急輸送活動のための体制の整備	・ 緊急災害対策本部の設置
⑤ 避難収容活動のための体制の整備	・ 政府調査団の派遣, 現地対策本部の設置
⑥ 食料・飲料水及び生活必需品等の調達, 供給体制の整備	⑤ 自衛隊の災害派遣
⑦ 関係者等への的確な情報伝達のための体制の整備	(3) 救助・救急, 医療及び消火活動
⑧ 防災関係機関の防災訓練の実施	(4) 緊急輸送のための交通の確保・緊急輸送活動
(3) 国民への防災知識の普及, 防災訓練の実施	(5) 避難収容活動
(4) 自主防災組織等の育成強化, ボランティア活動の環境整備	① 避難場所の開設, 運営管理
(5) 災害及び防災に関する研究・観測等の推進	② 応急仮設住宅の提供
2. 災害応急対策	(6) 食料・飲料水及び生活必需品等の調達, 供給活動
(1) 発災直後の情報の収集・連絡及び通信の確保	(7) ライフライン及び公共施設の応急復旧活動
① 災害情報の収集・連絡	(8) 被災者等への的確な情報伝達活動
・ 地震情報等の連絡	(9) 二次災害の防止
・ 被害情報等の収集・連絡	(10) 自発的支援の受け入れ
	3. 災害復旧・復興
	(1) 地域の復旧・復興の基本方向
	(2) 迅速な現状復旧の進め方
	(3) 計画的復興の進め方
	(4) 被災者等の生活再建等の支援
	4. 津波対策

平成9年6月, 災害対策基本法上の災害の定義を踏まえ, 重要かつ典型的な事故災害を対象として, 防災基本計画の改訂を行ったところである。具体的には, 海上災害対策, 航空災害対策, 鉄道災害対策, 道路災害対策, 原子力災害対策, 危険物等災害対策, 大規模な火事災害対策, 林野火災対策を新たに追加したところである。

IV. おわりに

平成7年に発生した阪神・淡路大震災以来, 国として, 被災地域の復旧・復興に取組むとともに, 大震災の教訓を踏まえ, 法律の改正・体制の整備等各種の取組みを行ってきたところであるが, 大震災から2年半余りを経過して, 国民の頭の中から, 当日のあの恐怖感が薄れつつあることは否めないところである。

今一度, 防災の基本は「自らの身の安全は自らが守る」ことであるということを再認識していただき, 国民一人一人が身の回りの安全確保や飲料水, 食料の備蓄等に心がけていただきたいと思います。

[1997. 7. 29. 受稿]

八木 康夫

略 歴

1959年 愛媛県に生まれる。
1981年 愛媛大学農学部農業工学科卒業
農林水産省入省
1997年 国土庁防災局防災調整課
現在に至る

農 林 水 産 省 に お け る 震 災 対 策

Earthquake Disaster Countermeasures in the Ministry of Agriculture, Forestry and Fisheries

池 田 富 雄[†] 横 田 憲 一 郎[†] 田 島 哲 也[†]
 (Tomio IKEDA) (Kenichiro YOKOTA) (Tetsuya TAJIMA)

I. ま え が き

農地・農業用施設 4,139 カ所、金額にして 257 億円の被害をもたらした阪神・淡路大震災から早や 2 年半の月日が経過した。その間、営農との調整を図りながら順次復旧工事に着手し、早期復旧に努めてきた結果、被災した農地・農業用施設の復旧工事はすべて完了に至った。

また、災害復旧と並行し、農林水産省においても震災後の対策として、新制度の創設等、さまざまな施策を講じてきた。ここではそれらのいくつかをピックアップして報告していきたいと思う。

II. ダム・ため池点検要領の制定

1. 制定の背景

「地震後の農業用ダム臨時点検要領(案)」および「地震後の農業用ため池緊急点検要領(案)」(以下、本要領という。)は、平成 5 年の北海道南西沖地震で被災した丹羽生嶺ダム(堤高 15m)の地震後対応事例および平成 7 年の兵庫県南部地震および北海道空知地方を中心とする地震の教訓を踏まえ、地震発生後の臨時点検のあり方、第一報の被害報告のあり方、現地での応急措置、連絡体制等について総合的に検討し、取りまとめたものである。

2. 制定の主旨

本要領の作成に当たっては、「ダム構造物管理基準について(49 構改 D 第 9 号昭和 49 年 1 月 11 日)」および「土地改良施設管理基準(5 構改 A 第 362 号)」との整合を図るとともに「地震発生後のダム臨時点検結果の報告について(建設省河川局開発課長通知)」および「ダム構造物管理基準(社)日本大ダム会議」を参考とした。

3. 地震後の農業用ダム臨時点検要領(案)

第 1 章 総 則

1.1 主 旨

本要領は、地震発生後の農業用ダムの臨時点検に当たって遵守すべき事項を示すものである。

(解 説)

農業用ダムにおける地震発生後の臨時点検については、「ダム構造物管理基準について(49 構改 D 第 9 号昭和 49 年 1 月 11 日構造改善局長通達)」及び「土地改良施設管理基準(5 構改 A 第 362 号平成 5 年 6 月 15 日農林水産事務次官通達)」に基づき実施されているところである。

本要領は、現行基準のうち臨時点検の内容を補足し、大規模地震発生時の的確かつ迅速な震後対応を図ることを目的としている。

1.2 適用範囲

1.2.1 対象ダム

本要領は、一級河川、二級河川又は準用河川において設けられた高さが 15m 以上の農業用ダムに適用する。

(解 説)

<省 略>

1.2.2 対象地震

対象地震は、次のいずれかに該当する地震とする。

[†]農林水産省構造改善局防災課災害対策室



臨時点検、震度階級、直轄災、ボランティア活動、支援体制、災害専門技術者

- (1) ダムの基礎地盤，堤体底部に設置した地震計により観測された地震動が25 gal 以上である地震
- (2) ダム地点周辺の気象台で発表された気象庁震度階が4 以上である地震

(解 説)

<省 略>

1.3 臨時点検

臨時点検は地震発生直後に実施する一次点検と，一次点検に引き続き行う二次点検とし，管理者が行うものとする。

1.3.1 一次点検

一次点検は地震発生直後に実施することとし，堤体及び取付部，周辺地山，放流設備，電気通信設備，その他の状況が把握できる項目についての目視による外観点検を主に行うものとする。

(解 説)

一次点検は，目視による点検作業を短時間に行うものとするが，特に被害の有無の確認を中心に行うものとする。

<以下省略>

1.3.2 二次点検

二次点検は一次点検に引続いて実施するものとし，一次点検項目に計測項目（漏水量，たわみ又は変位量等）貯水池周辺地山並びに放流警報設備に関する項目を加えた項目についての詳細な外観点検と計測による点検とする。

(解 説)

二次点検では，目視等による詳細な外観点検を行うとともに計測による点検を一次点検に引続き行うものとする。

<以下省略>

第2章 臨時点検体制

2.1 召 集

あらかじめ作成された連絡体制に基づき，関係職員を召集するとともに対応能力を越えるような災害が発生した場合は支援の要請等を行うものとする。

(解 説)

<省 略>

2.2 役割分担

関係職員の臨時点検時の役割分担を，あらかじめ明確にしておくとともに臨機応変な対応が出来るようにしておくものとする。

(解 説)

<省 略>

2.3 点検のルート及び手順

地震発生後の臨時点検について，あらかじめ点検のルート及び点検項目毎の手順を明確にしておくものとする。

(解 説)

<省 略>

2.4 その他

地震発生後の臨時点検に備えて関係職員の召集訓練，点検訓練，報告訓練及び必要な研修を行うものとする。

(解 説)

<省 略>

第3章 臨時点検後の措置

3.1 応急措置

臨時点検の結果，ダムの安全管理上必要があると認められた場合は応急措置を行い，ダムの安全性を確保するものとする。

(解 説)

<省 略>

3.2 継続観測

臨時点検の結果、被害が認められなくても、一定期間を経過したのち被害が発生する場合がありますので、継続的な点検を実施するものとする。

(解 説)

<省 略>

3.3 臨時点検結果等の報告

臨時点検の結果については、別紙様式に整理の上、あらかじめ定められた連絡体制に基づき、地方農政局長（北海道にあっては構造改善局長、沖縄県にあっては沖縄総合事務局長（以下、「地方農政局長等」という。))にファックス等により報告するものとする。

なお、報告の時期は、一次点検にあっては地震発生後3時間以内に、二次点検にあっては地震発生後24時間以内に、継続観測により異常が確認された場合は直ちに、地方農政局長等に報告するものとする。

(解 説)

<省 略>

(ダム臨時点検記録表)

<省 略>

4. 地震後の農業用ため池緊急点検要領（案）

第1章 総 則

1.1 主 旨

本要領は、地震発生後の農業用ため池の緊急点検に当たって遵守すべき事項を示すものである。

(解 説)

<省 略>

1.2 適用範囲

1.2.1 対象ため池

対象ため池は、次のいずれかに該当するため池とする。

- (1) 地震防災対策特別措置法第2条に掲げる地震防災緊急事業五ヶ年計画に定められている農業用ため池
- (2) 地震防災対策強化地域における地震対策緊急整備事業に係る国の財政上の特別措置に関する法律第2条に掲げる地震対策緊急整備事業計画に定められている農業用ため池
- (3) 災害対策基本法第40条に掲げる都道府県地域防災計画もしくは災害対策基本法第42条に掲げる市町村地域防災計画に定められている農業用ため池
- (4) 堤高が¹10m以上又は貯水量が²10万m³以上、若しくは決壊した場合人的被害を及ぼす恐れがある農業用ため池。

(解 説)

<省 略>

1.2.2 対象地震

対象地震は、ため池地点周辺の気象台で発表された気象庁震度階が4（堤高が15m未満のため池にあっては5弱）以上である地震とする。

(解 説)

<省 略>

1.3 緊急点検

緊急点検は、地震発生後速やかに実施することとし、堤体、洪水吐、取水施設周辺地山等の状況について目視による外観点検を主に、管理者又は市町村（以下「管理者等」という）が行うものとする。

(解 説)

管理者等は目視による緊急点検を主体とし、特に被害の有無、程度、緊急度に重点を置いて点検を行うものとするが、管理者において緊急点検が困難な場合は市町村が替わって行うものとする。

<以下省略>

第2章 緊急点検体制

※農業用ダムの臨時点検体制と同じにつき省略。

第3章 緊急点検後の措置

- 3.1 応急措置
 - 3.2 継続観測
 - 3.3 緊急点検結果の報告
- ※農業用ダムの臨時点検体制と同じにつき省略。

緊急点検の結果、被害が確認された場合は、別紙様式に整理の上、あらかじめ定められた連絡体制に基づき、地方農政局長（北海道にあっては構造改善局長，沖縄県にあっては沖縄総合事務局長（以下、「地方農政局長等」という。))にファックス等により報告するものとする。また、報告の時期は、緊急点検にあっては地震発生後24時間以内に、継続観測により異常が認められた場合は直ちに、地方農政局長等に報告するものとする。

なお、緊急点検の結果、被害が確認されなかったため池についても、点検したため池の箇所数については上記により報告するものとする。

(解説)

<省略>

(ダム臨時点検記録表)

<省略>

III. 直轄代行災害復旧事業の拡充

1. 拡充の背景

従来の直轄代行災害復旧事業は、国営土地改良事業により造成された施設が地震、豪雨等の災害により被災した時、その適用は、①国営事業が継続実施中の場合、②改良区・市町村等への委託が未了の場合、③事業完了後国が直轄管理をしている場合、に限られていた。しかし管理委託を行っている国営施設は全国に約19,000カ所あり、幸いにも破堤等の大事には至らなかったが、阪神・淡路大震災時においても管理委託をしている諸施設に被災が確認された。

もしこれらの施設が被災すると、従来であれば、管理者である土地改良区等が調査および査定設計書

作成業務を執行していたが、平成9年度より、管理委託済みの国営施設についても直轄代行災害復旧事業で実施可能となり、国の職員が業務として対処できることとなった。

2. 拡充の主旨

従来の制度では、土地改良区等の管理者が復旧資料を作成することになっているが、①土地改良区の技術者は大規模な施設の復旧の経験が乏しい、②調査設計等の人員面での負担が大きい、等の問題があり、早期復旧が困難な状況となっている。したがって、事業が完了した地区における土地改良施設の災害復旧を直轄代行災害復旧事業で行い、国の職員が調査・設計等に携わることにより、業務の簡素化がなされ、迅速かつ適切な対応が可能となる。

3. 拡充内容

今回の拡充は管理者の作業負担を軽減し、迅速かつ適切な対応を可能とするのが目的であるから、被災した施設全てが対象となるわけではなく、規模の大きなものおよび技術的に高度なものに限り、直轄災害復旧事業の対象とするものである(表-1)。

表-1 直轄代行災害復旧事業の拡充内容

従 前	拡 充 後
<p>【災害復旧事業の範囲】</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 国が土地改良事業を実施している場合並びに都道府県知事が工事の委任を受け土地改良事業を実施している場合 2. 直轄および代行業業が完了したもので未だ管理委託を了していない場合 3. 農用地造成、埋立または干拓事業で入植者が経済自立の時期に達していない場合 	<p>【災害復旧事業の範囲】</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 同 左 2. 同 左 3. 同 左 4. 直轄および代行業業が完了したもので、管理者に管理委託されている施設で次のいずれかに該当する場合 <ol style="list-style-type: none"> 1) 工事規模が著しく大であるとき(1カ所概ね2,000万円以上) 2) 工事が高度な技術を必要とするとき 3) 激甚な災害を被り当該被災施設の復旧が公益上国の直轄災害復旧事業として施工することが必要となるとき

また拡充により、従来補助災として採択されていたものが直轄災扱いとなることによって、内地を除き北海道、沖縄、奄美、離島で基本補助率の増高が図られることとなった(表-2)。なお、直轄災も補助災と同様に、受益戸数1戸当たり事業費が8万円を超える部分は90%、15万円を超える部分については100%の高率補助が適用される。しかし、補助災の連年災害における補助率の特例および激甚災害における補助の特別措置については、直轄災では適用されない。

表-2 災害復旧事業における補助事業、直轄事業の補助率(農業用施設)
(単位:%)

地帯	内地	北海道	沖縄	奄美	離島
補助災	65	65	80	65	65
直轄災	65	85	90	85	85

4. 復旧事業の手続き等

直轄および代行災害復旧事業手続きの流れをフローチャートで図-1に示す。委託管理を了している場合も手続きの流れは変わらない。実施主体については具体的に規定されていないが、今回の拡充の目的は被災施設の早期復旧であり、また一刻も早く民生の不安を取り除くことであるので、地方農政局、調査管理事務所、近傍の事業所、土地改良技術事務所等が連携して協力する体制を整えるべきである。

IV. 災害技術派遣制度の創設

1. 災害技術強化対策事業

(1) 創設の背景 災害が発生した場合に、被害を最小限に止め、早期の復旧を図るためには、被災状況等を正確かつ早期に把握して、関係機関あるいは地域住民等に伝達することが大変重要である。これらの業務は基本的には個々の自治体や施設の管理者が行うことになっている。

しかしながら、阪神淡路大震災のときにも見られたように、大規模な災害が発生した場合には、被災自治体等の職員は人命救助、被

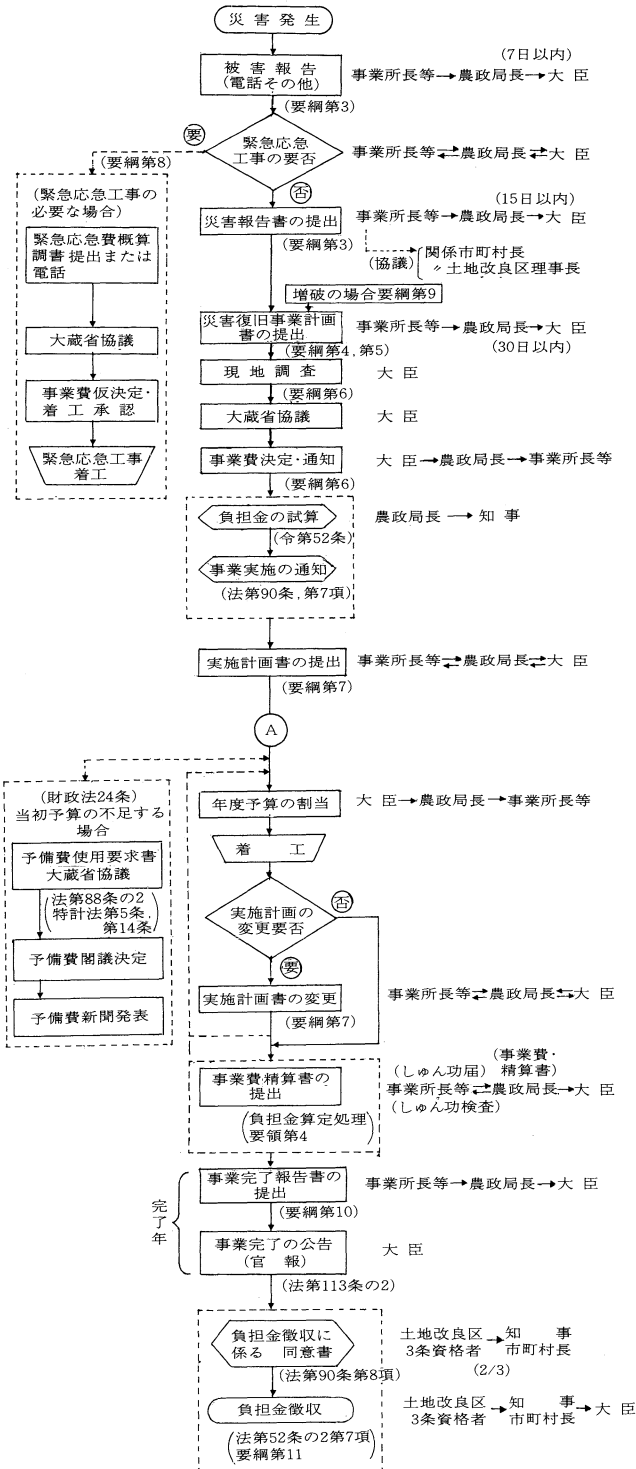


図-1 直轄および代行災害復旧事業手続きの流れ

業務は、無報酬のボランティア活動によるものとするが、業務に必要な費用は被災自治体等が負担するものとする。

また、業務従事中の傷害に備えて、傷害保険に加入するものとする。

(5) 災害専門技術者の支援の要請および責任範囲

専門技術者の支援を要請する自治体等は、事前にセンターと、支援と責任の範囲等について、明確にしておくものとする。

なお、災害専門技術者による調査結果等は支援要請側の自治体等の責任において利活用するものとする。

(6) 今後の課題

災害時のボランティア活動としては、公共土木施設を対象とした「防災エキスパート制度」や「砂防ボランティア制度」が設けられており、地方自治体においても、各種ボランティア制度の取組みが行われており、今後はこれら各種ボラ

ンティア活動との連携体制の整備等が必要と考えられる。

2. 災害対策技術検討調査委託事業

(1) **事業内容** 本事業は、阪神・淡路大震災等の経験を踏まえ、平成7年度から実施している調査であり、専門家が被災直後の現地を調査できる事業である。

本事業は、財団法人日本農業土木総合研究所に委託して実施するものであり、異常な天然現象による災害により被害を受けた主要農業用施設（ダム、ため池等）を対象とする。

調査手順は、まず専門技術者を現地に派遣し、被災した農業用施設の状況調査を行い、次に応急対策・復旧対策に係る調査・計画策定についての指導・助言を経た後、最後にとりまとめとして調査報告書の作成を行うとともに、災害復旧対策技術等のあり方について検討する体制になっている（図-3）。

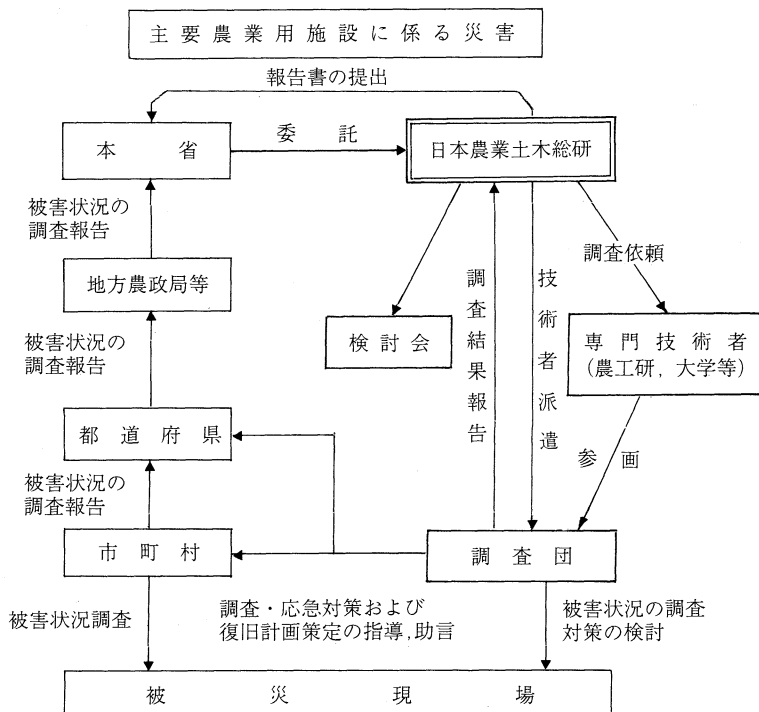


図-3 調査実施体制

表-4 主な実績

年度	災害名	調査施設	被災状況
H7	北海道空知中部地震	和歌貯水池(北海道)	堤体天端に亀裂
	梅雨前線豪雨	王子溜池(広島)	堤体からの漏水によるパイピング
H8	宮城県北部地震	溜池4カ所(宮城)	堤体部に亀裂
H9	鹿児島薩摩地方を震源とする地震	串木野ダム(鹿児島)	堤体天端に亀裂
	山口県北部を震源とする地震	福谷・野道溜池(山口)	堤体天端に亀裂

(2) 過去の実績 本事業は、平成7年度から始まっており、平成9年7月現在、計5回以上の実績となっている(表-4)。いずれの場合においても、高度な技術を有する専門家の助言・指導のもと、迅速かつ適切な応急対策と復旧工法の選定が行われ、早期復旧に資することができた。

V. あとがき

今回、報告させていただいた事項は、阪神・淡路大震災のみならず、過去の災害復旧時の対応における問題点を検討した結果、創設されたものである。

連携体制の強化等、整理を要する課題は残っているが、ため池・ダムの点検要領(案)については、平成9年3月に発生した鹿児島県薩摩地方を震源とする地震時から、要領に従って実施してきた次第である。

最後になるが、これらの事業実施の共通の目的は、被害の早期把握・二次災害の防止および早期復旧であるので、関係者の方々には周知徹底してもらい、災害時にはフル活用して次期営農の支障とならないようにしていただきたいと思う。

[1997. 7. 29. 受稿]

池田 富雄



1953年 秋田県に生まれる
1974年 農林水産省入省
1996年 構造改善局防災課災害対策室
現在に至る

略 歴

横田憲一郎



1967年 熊本県に生まれる
1993年 農林水産省入省
1997年 構造改善局防災課災害対策室
現在に至る

田島 哲也



1960年 石川県に生まれる
1985年 農林水産省入省
1996年 構造改善局防災課災害対策室
現在に至る

兵庫県における農地・農業用施設に関する震災後の対策

The Cure after the Earthquake Disaster in Hyogo Prefecture
(Agricwltwrel land and Facilities)

山 本 谷 晶[†]
(Taniaki YAMAMOTO)

I. はじめに

兵庫県南部地震は平成7年1月17日未明に発生し、内陸・都市直下型大地震であったために、6千3百人の貴い人命を奪い、負傷者3万5千人、10兆円にのぼる被害を与えた。あの悪夢の大震災から早2年半が過ぎようとしている。今では、被災した道路・鉄道等の交通網、電気・水道・ガス等のライフラインは完全に復旧した。しかし、市街地ではまださら地が多く、修復中・築造中の建物も多く見られる。また、郊外にある仮設住宅には多くの被災者が、今もわが家に帰れずに居住している。このような状況の中、当時を思いながら、この文を作成する。

表-1 被害総額の状況 (億円)

項 目	被 害 額
1. 建築物	58,000
2. 鉄道	3,439
3. 高速道路	5,500
4. 土木施設	2,961
5. 港湾	10,000
6. 埋立地	64
7. 文教施設	3,352
8. 農林水産関係	1,181
9. 保険医療福祉	1,733
10. 産廃・し尿施設	44
11. 水道施設	541
12. ガス・電気	4,200
13. 通信・放送施設	1,202
14. 商工関係	6,300
15. その他公共施設	751
合 計	99,268

なお、地震発生から7年9月までの対応等については、本誌63(11)「兵庫県における農地・農業用施設被害への対応」で、前任の日昔 哲が報告しているため、本編では、その後から今日までの対策を報告する。

II. 兵庫県南部地震による被害の概要

兵庫県南部地震による被害は、その実態を掌握するのに日時と多くの人員を要したが、地震発生後1カ月余りの後、全体の被災状況(表-1推計)、農林水産関係被害(表-2)および農地・農業用施設の被害(表-3)が把握できた。

なお、表-3の被害のほかに、負担法にかかる農地海岸において、1カ所180百万円の被害があっ

表-2 農林水産関係 (百万円)

項 目	被害件数等	被 害 額
1. 農地・農業用施設	4,049件	24,375
2. 治山	75件	8,206
3. 漁港	17件	19,883
4. 農作物	3ha, 64t	18
5. 畜産		25
6. 林産物		72
7. 営農用共同施設	27件	5,380
8. 営農用個人施設	2,070件	4,852
9. 農林水産環境施設	6件	183
10. 水産用共同・個人施設	499件	4,837
11. 林産用施設	103件	1,690
12. 卸売市場	9件	24,487
13. 米穀商施設	1,618件	6,675
14. 食品産業施設	106件	14,963
15. 関係団体施設	2件	2,500
合 計		118,146

[†]兵庫県農林水産部農地整備課



表-3 農地・農業用施設の被害

面積: ha, 金額: 百万円

地域名	農地		溜池		頭首工揚水機		水路		道路・橋梁・堤防		農地保全施設		施設計		合計	
	件数 (面積)	金額	件数	金額	件数	金額	件数	金額	件数	金額	件数	金額	件数	金額	件数	金額
神戸・阪神	42 (8.4)	73	154	2,957	3	15	285	381	54	62	1	20	497	3,435	539	3,508
東播磨	68 (12.3)	192	236	5,324	7	27	133	199	67	245	4	32	447	5,827	515	6,019
西播磨	1 (0.1)	1	11	162	0	0	0	0	3	70	0	0	14	232	15	233
淡路島	1,220 (192.8)	1,597	961	9,949	33	181	373	755	359	860	34	1,273	1,760	13,018	2,980	14,615
合計	1,331 (213.6)	1,863	1,362	18,392	43	223	791	1,335	483	1,237	39	1,325	2,718	22,512	4,049	24,375

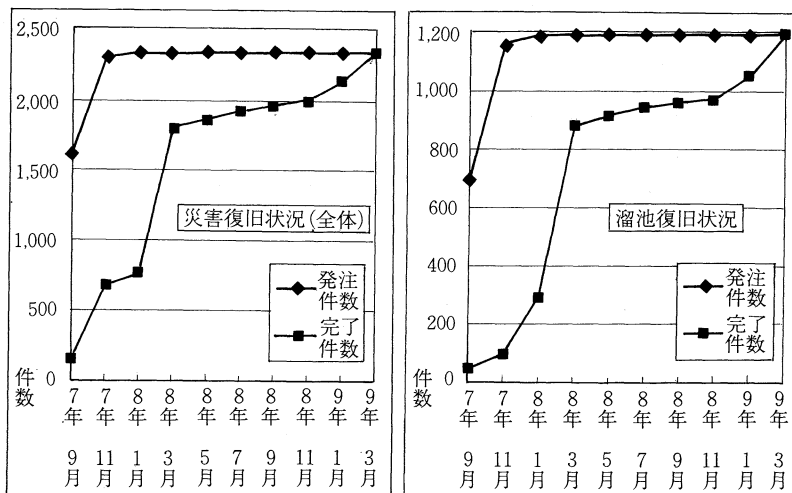


図-1 兵庫県南部地震災害復旧進捗状況

た。したがって、土地改良関係の総被害件数は4,050件、総被害額は24,555百万円となる。

III. 災害復旧の状況

農地・農業用施設の復旧は、査定と相前後して応急工事から始まり、7年3月から契約・復旧工事に着手した。

しかし、査定が8月まで続き、また表-3のように特に洲本土地改良事務所管内の溜池に被災が集中したために、実施設計作成・発注契約・用地交渉・盛土用土の確保・現場での指導監督と多忙を極めた。県では、6府県からの応援職員とともに、市町

の応援・審査・指導等の災害事務にあたった。

特に、溜池では堤体の亀裂による被災が多く、現地での被災の程度確認が必要であるが、確認後変更の必要な箇所については、市町・県の職員は早期復旧のために、調査・変更設計・変更協議・同承認等の手続きを経て工事の変更を行うといった繁雑で通常時間がかかる業務に精力的に取り組む、また、農政局・財務局のご協力もあって、適宜、スムーズな変更作業のもと、順調に復旧が進んだ。

復旧の経過は図-1のとおりである。

このように、関係者のみなさんのおかげで、本県では未曾有の膨大な災害復旧も平成9年3月末を

表-4 兵庫県南部地震による被害額と復旧事業費（農地および農業用施設）

（単位：千円）

		地域	神戸・阪神	東播磨	西播磨	淡路島	海岸(負担法)	合計	
		関係市町村	4市	7市6町	2市2町	1市10町	(淡路島)	14市18町	
被害額	全体	箇所数	539	515	15	2,980	1	4,050	
		金額	3,508,000	6,019,000	233,000	14,615,000	180,000	24,555,000	
	農地	箇所数	42	68	1	1,220	—	1,331	
		金額	73,000	192,000	1,000	1,597,000	—	1,863,000	
	施設	箇所数	497	447	14	1,760	1	2,719	
		金額	3,435,000	5,827,000	232,000	13,018,000	180,000	22,692,000	
査定	全体	箇所数	134	233	7	2,000	1	2,375	
		金額	1,156,938	4,591,831	173,166	10,955,352	47,280	16,924,567	
	農地	箇所数	1	35	—	663	—	699	
		金額	794	63,954	—	1,177,416	—	1,242,164	
	施設	箇所数	133	447	14	1,760	1	2,719	
		金額	1,156,144	4,468,641	173,166	9,759,982	47,280	15,605,213	
	災害関連	箇所数	—	(2)	—	(3)	—	(5)	
		金額	—	59,236	—	17,954	—	77,190	
	最終	全体	箇所数	132	230	7	1,964	1	2,334
			金額	1,311,774	4,070,145	214,600	12,024,958	46,777	17,668,254
農地		箇所数	1	34	—	655	—	690	
		金額	827	62,896	—	1,091,308	—	1,155,031	
施設		箇所数	131	196	7	1,309	1	1,644	
		金額	1,310,947	3,970,432	214,600	10,914,548	46,777	16,457,304	
災害関連		箇所数	—	(2)	—	(3)	—	(5)	
		金額	—	36,817	—	19,102	—	55,919	

表-5 兵庫県南部地震被災溜池復旧工事集計

地域名	復旧溜池数	応急工事		復旧箇所別分類						箇所数別分類			
		防災	貯水	堤体	洪水吐	取水施設	池底	地山	その他	1カ所	2カ所	3カ所	4カ所以上
神戸・阪神地域	105	7	0	102	12	55	0	0	4	45	53	6	1
東播磨地域	164	10	12	182	31	97	0	0	15	93	49	19	3
西播磨地域	5	0	1	5	0	7	0	0	0	2	3	0	0
淡路島地域	919	0	102	724	262	523	102	16	141	338	315	209	57
合計	1,193	17	115	1,013	305	682	102	16	160	478	420	234	61

もって、完了した。

復旧箇所の推移については、41カ所が廃工となり、最終では2,334カ所となった。事業費の推移については、743,687千円の増額となり、最終では17,668,254千円となった。地域別・工種別の被害額、査定額、最終実施額の推移は表-4のとおり。

被災の多かった溜池については、淡路島地域の919カ所を主として県合計で1,193カ所を復旧した。

応急工事としては、間近に迫る梅雨による2次

災害の防止のための防災工事を17カ所と作付け用
水確保のため応急工事を115カ所実施した。また、
(取水施設だけのように)1カ所だけを復旧した池
は478カ所、(堤体と取水施設のように)2カ所を
復旧した池は420カ所となった。詳細の内訳は
表-5のとおり。

IV. 作付けの状況

兵庫県南部地域では、元来年間降水量において県
北部地域の2,000mmに比して1,500mmと少雨で

表-6 淡路島北部の降水量

兵庫県津名郡一宮町郡家 (mm)

年	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	年合計
平年	50.2	65.1	104.1	137.6	143.2	212.4	169.0	134.9	223.5	141.6	92.9	54.1	1,528.6
6年	17.0	49.0	36.0	80.0	68.0	62.0	26.0	14.0	118.0	33.0	38.0	44.0	585.0
7年	35.0	15.0	40.0	107.0	305.0	84.0	265.0	40.0	64.0	59.0	33.0	9.0	1,056.0
8年	30.0	29.0	95.0	45.0	62.0	188.0	60.0	64.0	84.0	77.0	51.0	95.0	880.0
9年	32.0	31.0	92.0	96.0	81.0	67.0							399.0

表-6-2 1月～6月の合計雨量の比較

(mm)

	平年	6年	7年	8年	9年
1月～6月の雨量合計	712.6	312.0	586.0	449.0	399.0
平年比		43.8%	82.2%	63.0%	56.0%

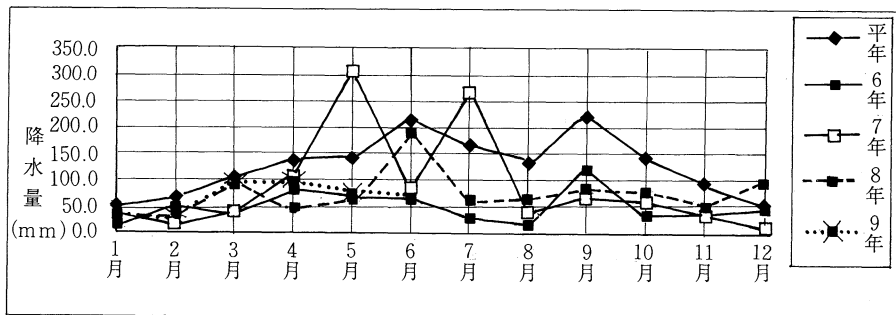


図-2 淡路島北部の降水量

表-7 淡路島北部の水稲作付け推移

(ha)

町名	6年度	7年度	8年度
津名町	559	504	409
東浦町	224	213	182
北淡町	440	389	292
一宮町	528	483	431
他2町	736	685	623
津名郡計	2,487	2,274	1,937
淡路島計	6,410	6,041	5,466

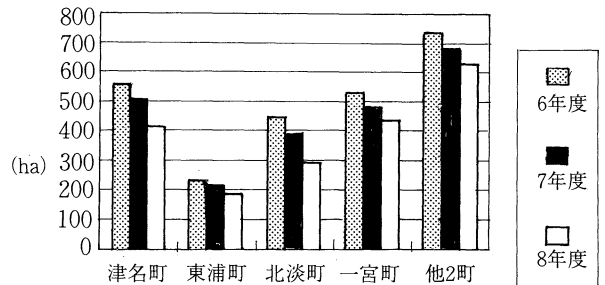


図-3 津名郡の水稲作付け面積推移

はあるが、平成6年から少雨傾向が続いており、特に平成6年は年間降水量585mmと極端に少なく、干ばつによって26市町で5億円あまりの被害が発生した。震災の年、平成7年では少雨傾向ではあったが、田植え時期にまとまった降雨があったので、植え付けに支障はなかった。しかし、7年9月から再び少雨が続く、津名郡では8年の植え付け時期になっても、空の溜池が多く見られ、極力転作等で対応したが、植付け不能地(236ha)や植付け後枯死した水田(45ha)が発生した。

淡路島北部の降水量の比較を表-6、図-2に、同地域の作付け状況を表-7、図-3に示す。

V. 水の溜まりにくい溜池の状況

少雨が要因ではあったけれども、作付け不能地・枯死した水田が多く発生したことにより、水の溜まりにくい溜池を調査した結果、津名町・東浦町・北淡町・一宮町の4町で31カ所の溜池において、堤

表-8 淡路島の水源地対策工事諸元表（震災復旧）

単位：m

位置 No.	町名	所在地	箇所番号	受益池	受益面積 (ha)	揚水量日 (m ³ /日)	揚水機の揚場標高	井戸の深さ	送水管の長さ	揚水機の全揚程	事業費 (千円)
1	津名町 887	長沢字南	1001	2	5.00	205	245	270	450	113	36,353
2		長沢字南	1002	1	5.00	225	280	253	580	103	36,437
3		生穂字近江ヶ原	1003	1	3.00	131	80	150	100	94	22,196
計				4	13.00						94,986
4	一宮町 891	遠田字地代	1001	3	2.90	120	235	222	702	210	31,717
5		深草字太鼓ノ下	1002	1	6.00	257	-	-	500	71	6,337
計				4	8.90						38,054
6	東浦町 888	楠本字尻ナシ	1001	1	10.20	148	150	170	200	120	25,026
7		楠本字尻ナシ	1002	2	3.00	125	170	240	50	130	30,180
8		楠本字中山	1003	5	2.90	123	170	230	450	160	35,942
9		楠本字葛原	1004	2	4.90	213	180	200	280	170	28,817
10		河内字栗ヶ谷	1005	3	3.20	144	130	180	170	150	27,391
11		久留麻字市ノ井年	1006	4	4.50	155	130	180	460	150	28,471
12		久留麻字椎ノ木谷	1007	2	3.50	138	110	170	900	210	23,632
13		釜口字上畑	1008	2	2.90	129	130	157	50	110	23,244
14		釜口字牧	1009	6	2.50	120	180	190	1,000	150	29,080
15		釜口字の場	1010	3	2.40	105	130	235	430	220	29,973
計				30	40.00					281,756	
16	北淡町 890	野島常盤字源八	1001	1	3.90	144	210	240	107	117	31,455
17		仁井字平	1002	1	6.50	144	230	240	9	138	30,501
18		舟木字棚原	1003	1	4.50	144	142	150	50	94	22,954
19		小田字石原	1004	4	3.80	144	159	170	393	132	27,054
20		石田字川井	1005	1	4.10	144	86	200	390	105	26,133
21		浅野神田字神田原	1006	2	3.40	144	156	220	265	135	29,513
22		浅野南字各ノ谷	1007	1	4.90	144	229	260	157	119	31,867
23		斗ノ内字川原	1008	1	11.60	508	93	110	260	104	24,541
24		生田畑字笠松	1009	1	3.20	144	255	290	15	126	33,662
計				13	45.90						257,680
合計				51	107.80				7,968		672,476

体以外にも池底や地山等にも亀裂が生じていることが判明した。

新たに被災が発見された31カ所の溜池については、復旧工事が継続中でもあったため、農政局・財務局に追加変更をお願いし、重要変更手続きの上、7年災として早速に施工した。

VI. 北淡路地域における用水対策

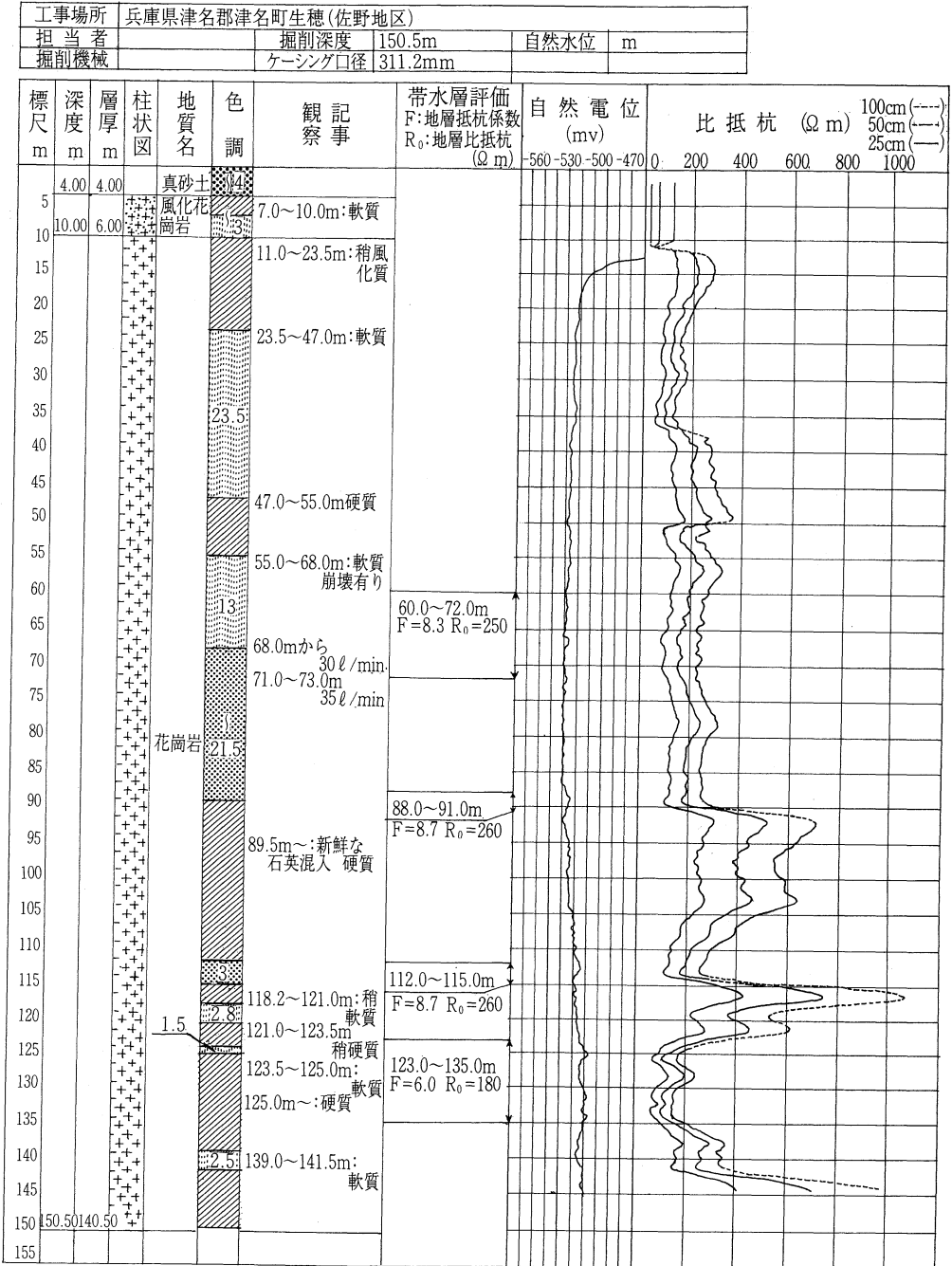
平成7年1月に発生した地震動により、地盤への影響が限界にあり、さらに平成8年発生した地震動を受けたことによって地下水等の地下構造が変動し、従来の水みちに変化が生じたと思われる事態が発生した。この影響で、浸透水等が溜池に到達・流

入しない状況となり、作付け不能面積の増加につながった。

地下水が数10mも低下し、あるいは地下水脈が変動する等の状態が見知された、51カ所の溜池については、8年災害で深井戸設置等により溜池の機能回復をはかることとなった。

必要用水量は、水稻作付け期間に必要な用水量から、便宜的に池敷と受益農地への降雨量を差引いた量とし、この水量を、4月から10月までの期間に24時間揚水する量を設計揚水量とした。

深井戸の口径は、ロータリー式では100A（掘削径251mm）、パーカッション式では150A（掘削径300mm）を最小とした。掘削深は、近隣の上水道



地質の色分け

砂質土: [格子] 軟岩2: [斜線] 中硬岩: [点線] 硬岩: [縦線]

図-4 農地および農業用施設災害復旧工事

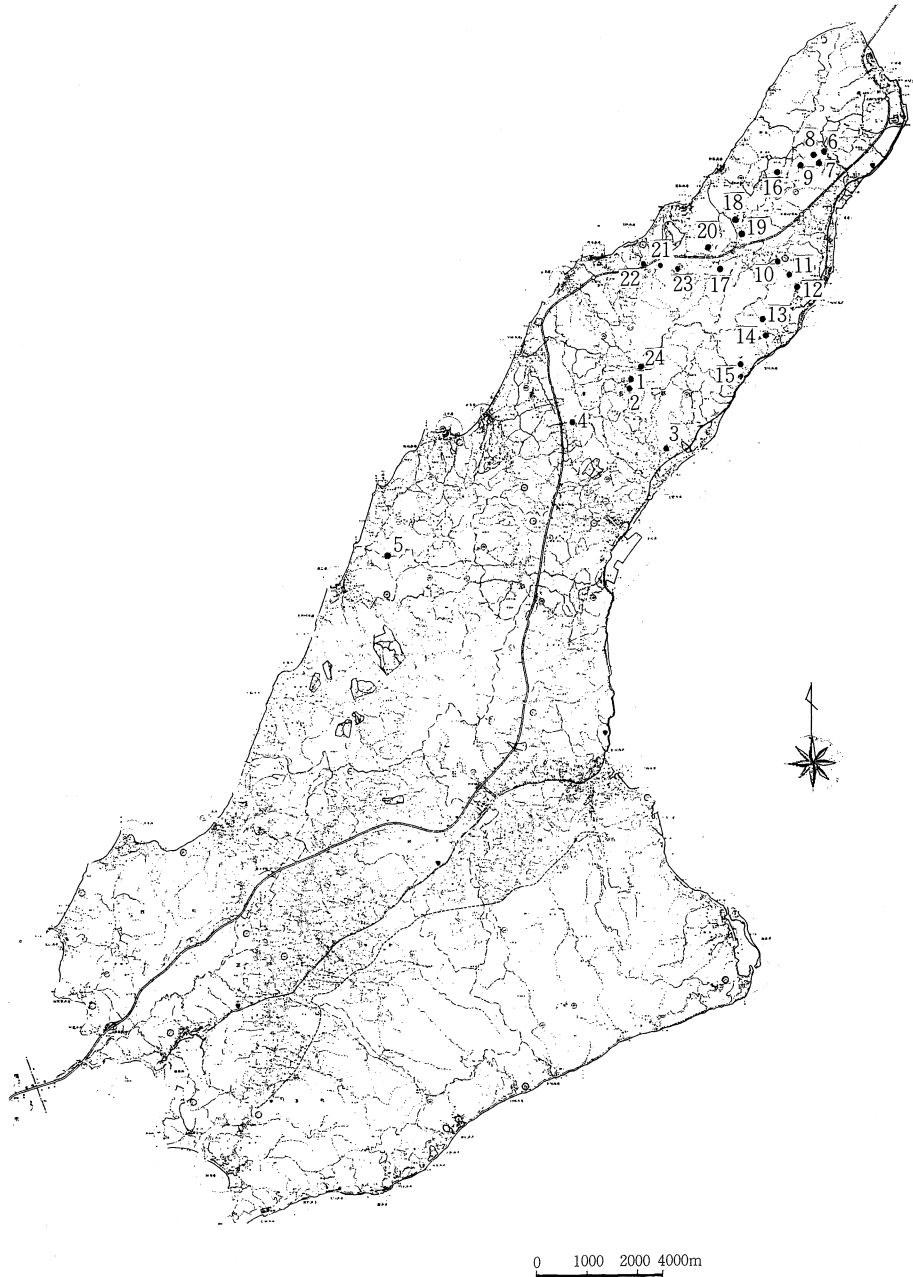


図-5 淡路島水源対策工事位置図

の水源の深さを参考に標準を決定した。

表-8に復旧工事の諸元(変更後・実績)を示す。

表-8の中の受益池の数については、揚水機場1カ所によって配水等により受益する池の数を表す。また一宮町の1002番(位置No.5)では、下流にある比較的豊富に貯水できる同一受益地の溜池から揚水機場による補給を行った。

この地域の地層が花崗岩系であって、地震によって地下水位が相当低くなっていることが予想され、受益者・担当職員はもとより、農林水産省・近畿農政局・近畿財務局の関係者は一様に水の出具合を心配した。

実施に当たっては、再度、電気探査等により綿密な調査を行って掘削位置を決定し、受益者等が見守

る中、工事が進められた。途中、地層の構造(破碎帯)調査や揚水量チェックを行いながら、計画揚水量が確保できるまで穿孔を進めた。

結果として、海面上27mから海面下114mの範囲で掘削が行われ、揚水確認テストにより当初計画の水量が確保できた。完成した6月上旬からそれぞれの受益池へ送水を開始し植え付けに備えた。選定した位置において、所要量が確保できたことは幸いであった。

参考のために、24カ所の揚水機(深井戸)設置位置図と、代表例として津名町1003番(表-8の位置No.3)の地質柱状図・工事写真(口絵)等を示す。

VII. 終わりに

平成5年の全国的な冷夏による凶作、平成6年の兵庫県南部における干害、平成7年の兵庫県南部地震、平成8年は地震継続・少雨と、兵庫県の農業は連続して災難に見舞われた。また淡路島北部では本年も表-6の下部に示すとおり、1月から6月までの雨量が平年の56%、昨年(平成7年)の63%よりもさらに少なく、極めて深刻な水不足の状態ではある。しかし、VI.で説明したように北淡路地域で実施した用水対策工事によって「水」が確保され、平成9年の作付けはほぼ希望どおり行われた。

しかし、水源が海面よりも低い位置にある地下水であるために、塩水の影響についての心配があり、

揚水試験の際には水質調査を行ったが、揚水を続ける期間中は適宜水質調査を実施する予定である。

終わりにあたりまして、震災の直後の査定設計書作成時に11府県から延べ640人・日の応援をいただき、また7年度においては、洲本土改良事務所へは岡山県・滋賀県・新潟県から、社土地改良事務所へは鳥取県から、三木土地改良事務所へは福井県から、神戸土地改良事務所へは京都府から、4カ月間～1年間の長期にわたって応援をいただきました。さらに、農林水産省、近畿農政局、近畿財務局等国の関係機関の絶大なご助力もいただきました。

諸般の事情から困難が予想された大被害の復旧は、関係者皆様のおかげと、地元関係者のたゆまぬ努力によって9年3月に完了いたしました。ここにご報告申し上げますとともに、心からお礼申し上げます。

再びこのような大災害が来ないことを祈念いたしまして本編の結びといたします。

[1997. 8. 6. 受稿]

山本 谷晶



略 歴

1948年 兵庫県水上郡に生まれる
1971年 神戸大学農学部卒業
1971年 兵庫県に勤め
現在に至る

小特集・震災後の対策を考える-4

水資源開発公団水路施設に係る緊急震災対策手法の検討

A Study on Urgent Countermeasure against Enormous Earthquake Disaster for Existing Canal facilities of Water Resources Development Public Corporation

井手 義博[†] 三友 隆^{††} 小嶋 正敬^{†††} 王野 高久^{††††}
 (Yoshihiro IDE) (Takashi MITOMO) (Masahiro KOJIMA) (Takahisa OUNO)

I. はじめに

平成7年1月に発生した兵庫県南部地震は、多くの尊い人命を奪うとともに、甚大な被害をもたらした。線状構造物である道路、鉄道、ガス、水道、下水道等の被害も大きく、人々の生活は大きな影響を受けた。そこで水資源開発公団は、自ら管理する水路施設に、この教訓をいかすため、ソフトおよびハードの両面から水路施設に係る震災対策の検討を行ってきた。ソフト面の「地震防災態勢の見直し」については、本誌64巻9号で報告した。

本報では、ハード面の震災対策の一環として、当面具体的な対応を急ぐ既存の水路施設に係る緊急震災対策手法の概要について述べる。

II. 緊急震災対策を検討する背景

1. 水資源開発公団の水路施設の概要

水資源開発公団の水路施設（以下「水路施設」という。）による用途別の最大供給水量は、都市用水が約165 m³/s（うち完成分約142 m³/s）、農業用水が約276 m³/s（うち完成分約249 m³/s）である。また、水資源開発指定7水系（利根川、荒川、豊川、木曾川、淀川、吉野川および筑後川）に係る水資源開発基本計画地域の人口は約6,100万人（平成6年現在）で総人口の約49.2%、工業出荷額は約148兆円（平成4年現在）で全国の約48.3%を占める。さらに、水路施設により供給される農業用水の受益面積は、大穀倉地帯である九州筑紫平野や電照菊・観葉植物などの施設園芸地域の愛知県渥美半島を始めとして約205,000 haに及ぶ。

これらの生活および産業用水を供給する水路施設は、基幹水路だけでも約1,000 km、支線水路まで含めると3,000 km近くに及んでいる。

2. 震災対応面から見た水路施設の特徴

- ① 水路施設は、農業用水と都市用水を合わせて通水するものが多く、その規模は長大であり、かつ最上流部から末端まで一つの通水・配水システムとして有機的に結合し、地形・地盤条件等に応じて、開水路、トンネル、水管橋、パイプライン等多様な工種から構成されている。
- ② 水路施設は、閑疎な山間地域から田園地域、市街地域まで、さまざまな環境の中を縦断しており、仮に施設が被災した場合の二次災害危険度合いなどの社会的影響度合いは、施設の位置する地域の社会的環境により大きく異なる。
- ③ 水路施設の完成後、社会経済状況の変化に伴い、施設周辺の宅地開発やインフラ整備が進展し、施設が被災した場合の社会的影響度合いが高まるとともに、農業用水から都市用水への転用、あるいはハウス栽培等における冬期農業用水の使用により通年通水となり、点検補修が困難となっている施設も増えている。
- ④ 水路施設は、取水地点と供給先を結ぶ線状構造物であることから、断層を避けて通れない場合がある。

3. 緊急震災対策の必要性

水路施設は上述のような特徴があることから、一度震災に見舞われると、通水への支障や二次災害発生の可能性など社会経済に及ぼす影響は、建設当時から計り知れないものがある。

[†] 水資源開発公団第二工務部 ^{††} 水資源開発公団筑後川下流用水建設所 ^{†††} 水資源開発公団豊川用水総合事業所 ^{††††} 動水資源協会



震災、対策、緊急、水路、水資源開発公団、地震

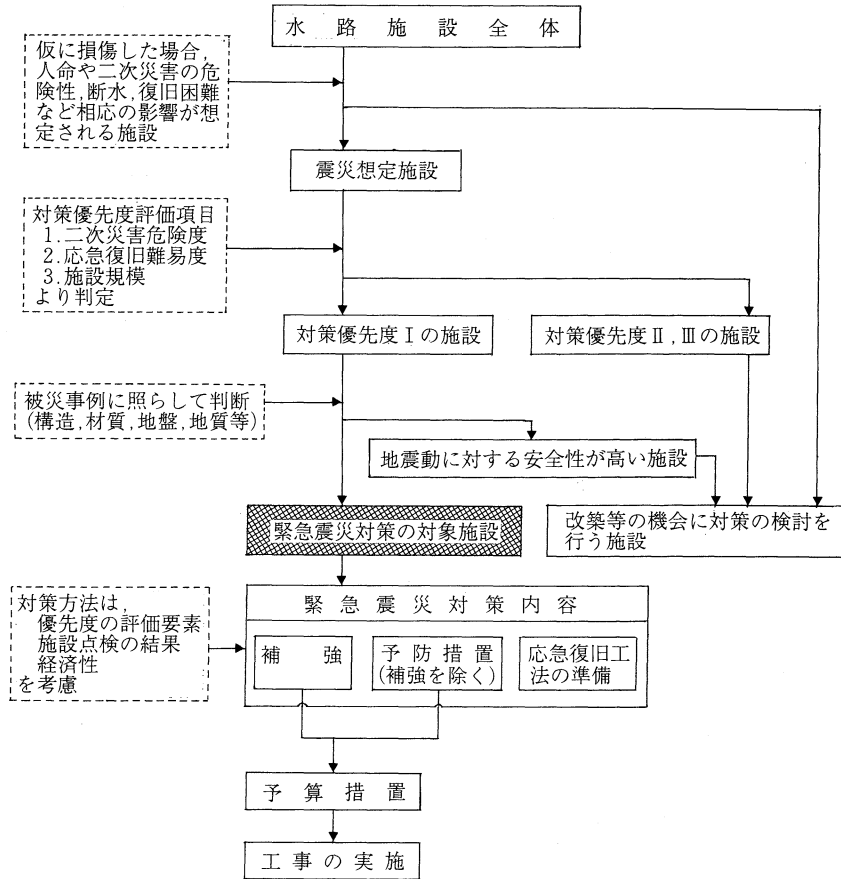


図-1 水路施設の緊急震災対策フロー

このため、次のことを眼目にした既存水路施設の緊急震災対策を検討した。

- ① 阪神・淡路大震災を引き起こしたような大規模地震動に対しては、ある程度の損傷は許容しつつも、人命や社会経済への重大な影響を及ぼすような構造物全体系の崩壊を防止すること。
- ② 水路施設周辺の社会環境に配慮し、水路施設が被災した場合の被害拡大や二次災害を防止する対策を構ること。

III. 緊急震災対策の検討

検討にあたっては、水路施設に造詣の深い学識経験者や耐震設計施工の実務経験者の指導、助言を広範な見地から得ることを目的として検討委員会を設置した。

この委員会を2回開催し、水資源開発公団本社

および水路施設の事務所で検討した案について、指導、助言をいただきながら成案を作成した。

1. 緊急震災対策の基本方針

今回検討した緊急震災対策の基本方針は以下のとおりである。なお、緊急震災対策フローを図-1に示す。

(1) 総合的な対策としての緊急震災対策 阪神・淡路大震災を引き起こしたような大規模地震動が発生した場合、水路施設の全延長にわたって損傷を受けないような対策は、技術的に困難な場合もあり、また施設の耐用年数と較べて極めて低い発生確率の大規模地震動への対応としては、必ずしも合理的な方策とは考えにくい。

このため、緊急震災対策は、個々の構造物の「補強」の観点に加えて、地盤状況等を勘案しつつ、被災時に損傷が生じても被害や二次災害の拡大防止と

表-1 対策優先度の評価基準

評価項目	評価基準の考え方	評価値	評価基準
1. 二次災害危険度	水路施設が被災したときに第三者の生命若しくは公道、鉄道およびライフライン等重要公共施設に与える影響の度合い。	A	ア 水路施設に近接して家屋、避難場所、若しくは公道、鉄道およびライフライン等重要公共施設があり、水路の損壊による流出水が大量にこれらの場所に流入、または湛水し、人命若しくは社会経済的に重大な影響を及ぼす恐れがある場合。 イ 水路施設が公道、鉄道およびライフライン等重要公共施設と交差する場合ただし、水路施設の損壊により人命若しくは社会経済的に重大な影響が及ばない場合を除く。
		B	ア 水路施設に近接して家屋、避難場所若しくは重要公共施設があり、水路の損壊による流出水がこれらの場所に流入または湛水し、人命に重大な影響はないものの、社会経済的に多大な影響を及ぼす恐れがある場合。
		C	ア 水路施設が甚大な被害を受けた場合でも付近の原野、水田等が浸水する程度で、社会経済的な影響が軽微な場合。 イ 上記A、Bに該当しない場合。
2. 応急復旧難易度	水路施設が被災した場合に直ちに実施すべき応急復旧のための現場作業の難易度 注) 応急復旧は、被災時の被害拡大防止やライフラインとしての最小限の水の確保を目的とした仮設的な工事を指す。	A	ア 応急復旧のための作業が極めて困難、若しくは長期間を要する場合
		B	ア 応急復旧のための作業に比較的期間を要する場合
		C	ア 応急復旧のための作業が容易で、短期間で実施できる場合
3. 施設規模	供給される用水の中断あるいは減量が地域の生活機能および国際的視野をも含めた経済活動・生産活動に与える影響の度合い。	A	ア 施設規模が極めて大きく、かつ被災した場合に補助(代替)水源もなく、ライフラインとしての水供給、ひいては地域の生活機能や経済活動・生産活動に著しい支障をきたす場合。
		B	ア 施設規模が極めて大きく、かつ被災した場合に補助水源も充分でなく、ライフラインとしての水供給、ひいては地域の生活機能や経済活動・生産活動に相当と支障をきたす場合。 イ 施設規模が極めて大きく、被災した場合に補助(代替)水源がなくライフラインとしての水供給、または経済活動・生産活動に相当の支障をきたす場合。
		C	ア 上記A、Bに該当しない場合。

早急な復旧を可能とするよう、緊急遮断ゲートや余水吐・放水工の設置などの「予防措置」や、被災想定を踏まえた「応急復旧工法の準備」を含めた総合的な対策を検討した。

(2) 緊急震災対策の優先度合いの評価 基幹水路だけでも1,000 kmに達する長大な水路施設の大半は、ある程度の損傷を受けても復旧が容易な条件下にある。一方、水路施設の完成後、社会経済状況の変化に伴い施設周辺の宅地開発やインフラ整備が進展し、鉄道、主要道路、重要公共施設と近接、または交差し、さらに市街地を縦断する場合も増加している。

このため、今回の緊急震災対策では、水路施設を管理する立場として、施設が被災した場合の二次災

害防止など地域防災的な観点からも対策を急ぐ施設を抽出する手法(以下「対策優先度の評価手法」という。)を検討した。

(3) 施設点検の実施 水路施設の点検を行い、現況機能を整理分析した。その結果は、補強工法等に反映する。

2. 対策優先度の評価手法

(1) 評価項目と評価基準 対策優先度は、①二次災害危険度、②応急復旧難易度、③施設規模の3つの評価項目を総合評価して判定する。各評価項目の評価基準を、表-1に示す。

なお、評価基準の内容は、水路施設が設置されている地域の防災計画あるいは関係機関、ユーザーの防災計画とも密接に関連することから、地区ごとに

具体的に検討する必要がある。本検討においては、便宜上、別途に水路施設全般に対する標準的な評価細目を作成して検討した。

(2) **対策優先度の判定** 各評価項目は、それぞれ独立的な要素からなっており、3評価項目のうち1つでもAがあれば対策優先度I、AがなくてもBが1つでもあれば対策優先度II、全てCの場合には対策優先度IIIとして判定する。

(3) **緊急震災対策対象施設の抽出** 対策優先度Iの施設を緊急震災対策対象施設として抽出する。

なお、阪神・淡路大震災の被災事例に照らして、構造、材質、地盤地質、工法が既に地震動に対して安全性が高いと考えられる以下①～④のような施設は、対策優先度Iであっても緊急震災対策の対象とはしない。

- ① 埋設管路では、地質・地形の急変部、傾斜地盤、盛土地盤、埋立地などに該当しない均質で良好な地盤に埋設された管路、または溶接鋼管、耐震継手をを用いた管路¹⁾
- ② 水路橋、水管橋のRC橋脚では、「兵庫県南部地震により被災した道路橋の復旧に係る仕様」(平成7年2月建設省)に適合する施設
- ③ 揚水機場等の構造物基礎では、堅固な岩盤、または地盤改良などの液状化対策が行われている基礎²⁾
- ④ トンネル、暗渠では、坑口部以外の本体部分²⁾

(4) **対策優先度の評価と緊急震災対策の内容** 今回の緊急震災対策は地域防災的な観点に基づく対策であることから、補強を行う施設は、対策優先度Iのうち二次災害危険度または応急復旧難易度の評価値がAの区間に限った。

たとえば、掘割りの開水路で周辺が原野のような場合は、二次災害の危険度も低く、応急復旧も容易であることから、施設規模の評価値がAであっても今回の対策では補強ではなく被災想定を踏まえた応急復旧工法の準備を行っておくものとした。

予防措置については、緊急震災対策対象施設を含む水路系全体の措置として検討する。

3. 施設点検とその整理分析

(1) **点検する施設** 対策優先度Iの施設を点検した。ただし、二次災害危険度および応急復旧難易度

の評価がともにCの施設は、今回点検を省略した。

(2) **施設点検** 現況機能を分析するための、堰、開水路、トンネル、暗渠、管路、水路(管)橋、揚水機場、ゲートバルブ類などの各工種について巡視による点検を実施し、その結果を取りまとめた。

点検項目の例としては、次のとおりである。

① 管路

- ・管路周辺の地表の湿乾の状況
- ・急傾斜部の形状、湿乾の状況
- ・異工種との接続箇所の異常の状況

② 開水路

- ・高切盛土区間の斜面の形状(はらみやくぼみの有無)および湿乾の状況
- ・異工種との接続箇所の異常の状況

③ トンネル、暗渠

- ・坑口部の斜面の形状
- ・異工種との接続箇所の異常の状況

④ 水路(管)橋

- ・支承部の劣化の状況
- ・支承部の縁端距離
- ・伸縮可とう管の劣化の状況
- ・橋台部周辺の洗掘(河川内)

⑤ 揚水機場

- ・機場基礎(設計図書による確認)
- ・建屋の状況
- ・弁類の作動確認
- ・予備電源設備の油漏れ、起動の確認
- ・配管等の状況(建屋との接続部)
- ・異工種との接続箇所の異常の状況

(3) **整理分析** 施設点検結果から現況機能を分析し、機能低下している施設については、補強工法等を検討する。

4. 緊急震災対策の内容

(1) 補強

① 阪神・淡路大震災を引き起こしたような大規模地震動に対して構造物が損傷を受けることおよび機能が低下することを前提として、その損傷過程に立ち入った耐震設計手法は現時点では検討途上にある場合も多い。このため、本検討では、阪神・淡路大震災の被災事例に着目して地震動に対する安全性向上の効果を期待しうる補強工法を検討した。

補強工法の例を、次に示す。

ア 埋設管路

- ・既設管内に鋼管等を挿入して補強するパイプインパイプ工法
- ・継手部からの漏水を防止する内面バンドの設置

イ トンネル坑口および開水路周辺の斜面

- ・斜面崩壊の抑止力を付与する法枠工またはアースアンカー工

- ② 阪神・淡路大震災以降に既存施設の具体的な補強設計手法が関係機関から示されている工種については、当該手法により補強工法を検討した。

今回、RC単柱橋脚については、「兵庫県南部地震により被災した道路橋の復旧に係る仕様」の準用に関する参考資料（案）および道路橋示方書（平成8年12月）に準じて検討した。

- ③ なお、補強の実施に当たっては、RC橋脚以外の工種についても具体的な補強設計手法が示された段階でその手法の積極的な活用を検討する。

(2) 予防措置

- ① 予防措置は、被害発生迅速な感知、被害の拡大防止、迅速な復旧のための補助機能など補強以外のハード対策である。

- ② 予防措置の検討に際しては、ソフト面からの地震防災態勢（連絡体制、情報収集体制、通水停止の方法、関係機関との連携など）との相互の補完性を踏まえるものとする。

(3) 応急復旧工法の準備

- ① 応急復旧とは、被災時の被害拡大防止やライフラインとしての最小限の水の確保を目的とした仮設的な工事をいう。

- ② 応急復旧のための資材は、入手が容易な汎用品を用いることを前提とする。

- ③ 応急復旧に必要な作業員や資材運搬ルートの確保については、別途に取りまとめる地震防災計画による。

- ④ 応急復旧のうち、最小限の水の確保のための仮通水断面は、生活機能の確保、工場の保安用水、農作物の立ち枯れ防止等を考慮する。

5. 学術的な解明が検討途上の課題について

従前予期されなかった地盤における液状化現象など、学術的な解明が検討途上の課題については、今回の検討では、取り扱わなかった。ただし、今後解明された段階で、その成果の積極的な活用を検討する。

6. 本対策手法適用の試みと考察

(1) **補強の事例** 既存の水路施設へ、本対策手法の適用を試みた。ここでは、そのうち補強について工種ごとに考察する。

- ① 基幹水路の約4割を占める管路では、全延長397kmのうち補強延長は約4%である。これは、近年施工されたパイプラインの多くが溶接鋼管を採用していることや良好な地盤に埋設されている場合が多いことによる。ただし、施工後比較的年数が経過している管路では、特に急傾斜部や重要公共施設等との交差部で施設周辺の状況も踏まえて必要な措置が求められる。

- ② 基幹水路の4分の1を占める開水路では、全延長270kmのうち補強延長は2%弱にすぎない。これは全体に見れば開水路が平坦な地域に掘割りで施工されている区間が多いことから、仮に被災しても重大な二次災害に対する危険度合いも低く、復旧も比較的容易であるためと考えられる。ただし、市街地域を縦走する高切盛土区間もあるため、施設周辺の状況も踏まえて必要な措置が求められる。

- ③ トンネルでは、333カ所のうち坑口の補強が2カ所である。

- ④ 水管橋64カ所のうち4割近くは補強対象となっている。

これは、長大な水管橋が多く、仮に被災した場合に応急復旧が困難であることによる。

(2) **本対策手法の現地適用にあたっての留意すべき点** 本対策手法は、水資源開発公団の水路施設全般に対する標準的な手法として検討したものであることから、地域的な諸条件は必ずしも十分考慮されたものとはいえない。

このため、本対策手法の現地適用にあたっては、関係利水者や関係地方公共団体の防災計画、代替水源なども勘案しつつ、現地における施工性も十分に検討し、地区ごとにさらに具体的な検討を行う必要

がある。

IV. おわりに

今回の検討結果をもとに、地区ごとに具体的な対策内容の詰めを行うとともに、地域防災計画とのすり合わせを含めて関係機関や利水者との調整を進めているところである。今後、予算措置等も含めて関係者の理解と協力を得て、早期に本対策の具体化を進めていく所存である。

末尾になりましたが、適切にご指導、ご助言を頂いた長谷川高士京都大学大学院教授を始め検討委員会の委員の方々、本検討にご尽力いただいた多くの方々に紙面をお借りして厚くお礼申し上げます。

参考文献

- 1) 日本水道協会水道施設耐震工法指針・解説改訂特別調査委員会：水道事業者が当面とるべき地震対策に関する提言，p. 5（平成7年6月）
- 2) 建設省土木研究所：土木研究所報告，第196号，pp. 252～253，438～454（平成8年3月）

[1997. 6. 10. 受稿]

井手 義博



1971年 水資源開発公団
1995年 水資源開発公団中部支社管理部調査経済課長
1996年 水資源開発公団第二工務部調査役
1997年 水資源開発公団企画部調査課長
現在に至る

三友 隆



1975年 水資源開発公団
1993年 東海農政局計画部地域計画課水利計画官
1995年 水資源開発公団第二工務部設計課長補佐
1997年 筑後川下流用水建設所副所長
現在に至る

小嶋 正敬



1966年 愛知用水公団
1994年 水資源開発公団第二工務部設計課副参事
1997年 豊川用水総合事業所管理課長
現在に至る

王野 高久



1974年 水資源開発公団
1993年 福岡導水建設所調査設計課長
1996年 働水資源協会
現在に至る

お知らせ

CEReS 国際シンポジウム開催期日変更のお知らせ

学会誌8月号お知らせ(p.6)に掲載いたしました標記シンポジウムの開催期日が下記のように変更になりましたのでお知らせいたします。

国際シンポジウム名：「衛星データの気象補正とその地球環境の応用」

主催：千葉大学環境リモートセンシング研究センター

期日：1998(平成10年)1月21日(水)～23日(金)

会場：千葉大学けやき会館

〒263 千葉市稲毛区弥生町1-33

(1月23日(金)午後に国際ワークショップ「ライダー観測により導出された大気消散係数鉛直分布の精度」を開催します)

問い合わせ先：竹内延夫(千葉大学環境リモートセンシング研究センター)

☎ 043-290-3849 FAX 043-290-3857

e-mail : takeuchi@rsirc.cr.chiba-u.ac.jp

盛土構造物の地震後の調査と対策の事例

Case Studies of Investigation and Countermeasure of Damaged
Embankment Dams by Strong Earthquake

増 川 晋[†] 安 中 正 実[†]
(Susumu MASUKAWA) (Masami YASUNAKA)

I. はじめに

近年、平成7年兵庫県南部地震を始め、構造物に被害を及ぼす震度IV以上の地震が多く発生している。農業用の盛土構造物のうち、溜池およびフィルダムは地域の重要な社会資本であり、地震による機能低下および損傷は、農業生産あるいは地域住民の安全性に与える影響が極めて大きい。

これらの構造物に対して、地震後の迅速な安全点検によって、被災の有無および程度を確認することは最も重要である。また、安全点検後の詳細な調査および対策は、損傷の進行防止、早急な機能回復に有効であり、二次災害の抑止にも必要不可欠である。

本報告では、最近の地震によって被災を生じた数個の溜池およびフィルダムの被害程度および原因に関する調査と復旧などの対策の事例を報告する。

表-1に事例として紹介する被災溜池およびフィルダムと原因となった地震を示す。本報文では、表-1に示すように堤高15m未満を溜池、15m以上をフィルダムとしている。

II. 地震後の安全点検

地震発生後に安全点検をすべき溜池、フィルダムの選別と優先順位付けは、地震後最初に着手しなければならない手順である。

溜池に関しては、農業工学研究所、農林水産省構造改善局建設部防災課、財団法人日本農業土木総合研究所により「ため池防災データベース」⁴⁾が開発されている。このシステムは、地震時のみならず集中豪雨等による自然災害に対して、ため池情報、地質地形情報、活断層・過去の降雨量情報およびため池災害情報などの溜池の防災のための情報を得ることが可能である。

フィルダムに関しては、大ダム(堤高15m以上)を対象とした「農業用ダム地震情報システム」⁵⁾が開発されている。

いずれのシステムも地震発生後に、震央緯経度およびマグニチュードから震央に近い順に溜池、フィルダムを表示する。この表示から、安全点検を実施すべき溜池およびフィルダムの選別が可能である。

表-1 事例として取上げた被災ダム・溜池

平成5年(1993年)北海道南西沖地震 ¹⁾ 1993. 7. 12, M=7.8, 最大震度5	丹羽生嶺ダム ²⁾ H=15.0m, L=141.0m, 中心遮水型フィルダム, 竣工1927年, 基礎地質: 砂岩, 震央距離=72.9km
平成7年(1996年)兵庫県南部地震 ¹⁾ 1996. 1. 17, M=7.2, 最大震度7	常盤ダム ²⁾ H=33.5m, L=94.6m, 中心遮水型フィルダム, 竣工1974年, 基礎地質: 花崗岩, 震央距離=10.0km 井手の尻池 ³⁾ H=6.0m, L=155m, 均一型アースダム, 築造年不明, 基礎地質: 沖積砂礫, 震央距離=21km
鹿児島県薩摩地方地震* 1997. 5. 13, M=6.2, 最大震度6弱	串木野ダム ²⁾ H=31.7m, L=134.0m, 傾斜遮水型ロックフィルダム, 竣工1970年, 基礎地質: 火山砕屑物, 震央距離=24.4km

*: 気象庁発表(暫定値)

[†] 農林水産省農業工学研究所造構部

地震, 安全点検, 溜池, 大ダム, 被害調査, 復旧

III. 地震後の調査と対策

1. 丹羽生嶺ダム⁶⁻⁹⁾

丹羽生嶺ダムは、北海道南西沖地震により被災した。本ダムは、大正末期に開拓者によって築造された後、決壊し修復されている。

被災状況は、図-1, 2に示すように天端上流側のほぼ全長(約120m)にわたる堤軸方向の亀裂(幅数cm~40cm, 段差1~1.5m, 深さ約2m), 上流側下部のはらみだしが確認された。

天端の亀裂の深度および天端の亀裂と上流側下部のはらみだしの関係を明確にするためと洪水期を迎えての貯水の放水のために、図-1に示す2カ所(図中のAおよびB)で堤体掘削が行われた。ま

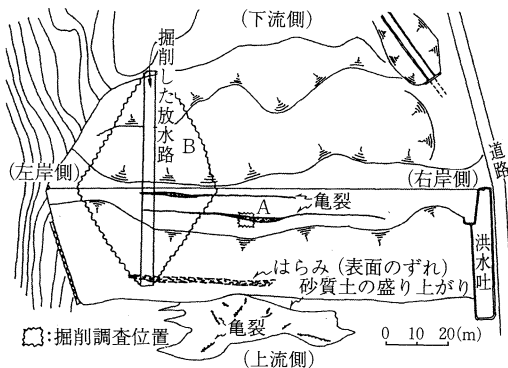


図-1 丹羽生嶺ダムの平面図⁸⁾

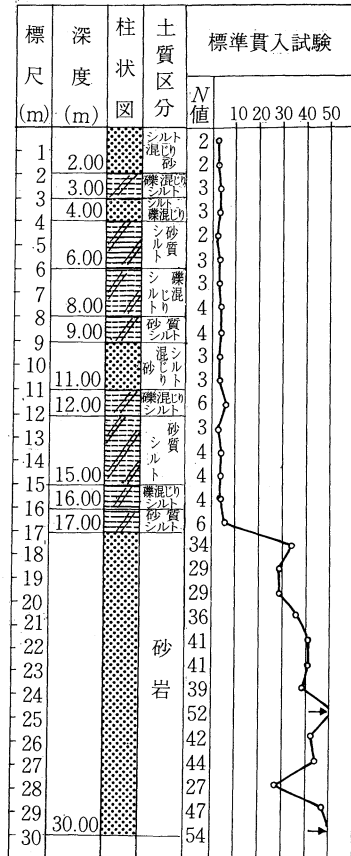


図-3 丹羽生嶺ダムの堤体中央の柱状図⁷⁾

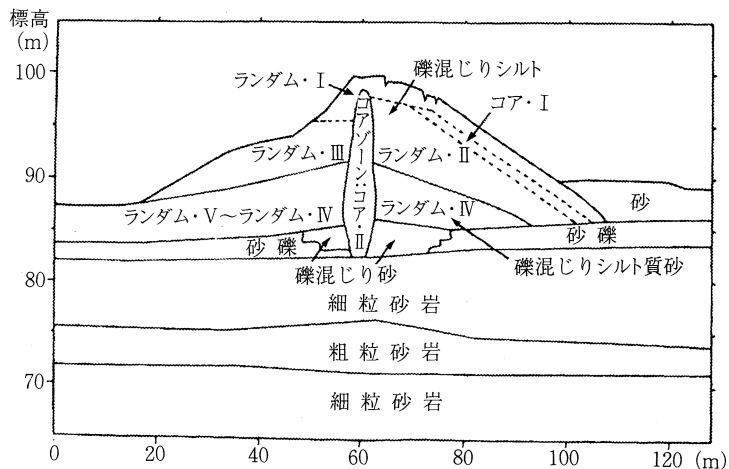


図-2 丹羽生嶺ダムの横断面⁷⁾

た、堤体および基礎地盤のボーリング、土質試験の詳細な調査が行われた。図-3に堤体中央のボーリング柱状図を示す。この結果、基盤は細砂～シルト質砂を主とし N 値も 5 以下であった。これらの土質は、液状化を生じやすい土質であった。

過剰間隙水圧の上昇あるいは液状化の発生を Seed, 龍岡, 安田の方法を採用し求めた有効応力法の安定解析の結果、過剰間隙水圧の上昇を考慮した解析の方が考慮しない場合よりも地震後の被災状況を良好に表すことができた。また、土の間隙水圧の上昇と強度低下を個別に評価できる構成式モデル (Densification モデル) を採用した動的有効応力解析を行っている。この解析の結果、過剰間隙水圧はまず堤体上流法先で上昇し、堤体中央部に拡がり、変形は実被害と良く一致していた。

これらのことから、丹羽生嶺ダムの被害の主な原因は、過剰間隙水圧上昇に伴って地盤の支持力が低下したことにより、盛土の崩壊が生じたと推定された。

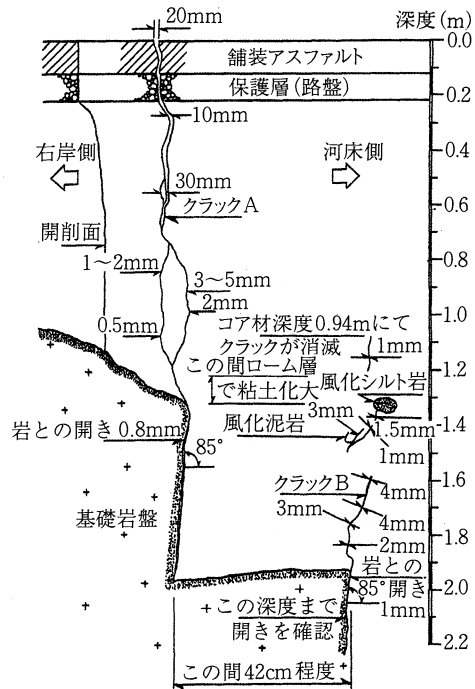
このダムに依存する直接受益面積は、隣接の真駒内ダム (竣工 1985 年) からの用水供給により、2 ha まで減少していた。このために、堤体の復旧は行われなかった。堤体は開削により安全な流路を確保し、下流側に頭首工を設置することで、ダムの機能を代用することになった。

2. 常盤ダム^{3, 10-14)}

常盤ダムは、兵庫県南部地震により被災した。本ダムの施工主体は近畿農政局である。

被災状況は、天端保護アスファルトに発生した横断クラック 12 条 (主に長さ 5.0 m, 幅 0.1~0.5 mm), 天端地覆および高欄親柱で生じた沈下, 表面コンクリート剝離およびクラックであった。天端横断クラックのうち、堤体右岸取付部のクラックが長さ (6 m), 幅 (0.3~25.0 mm) とともに最大であった。上下流法面における変形は見られていない。

天端のクラック調査は、①スケッチ②開削および断面スケッチ③現場密度試験, 透水試験および不透水性ゾーン材料の土質試験である。開削は、被災程度およびダム軸上の位置を考慮し、堤体左右岸取付部、天端中央の 3 条のクラックに対して行われた。クラックには開削に先立ち、石灰水溶液に比較して浸透性、非凝縮性の良いメチレンブルー水溶液を浸



[最大クラック幅 30mm, 深度 1.4m]

図-4 常盤ダムの右岸部クラック (堤体縦断面)¹¹⁾

透させている。その他の調査として、ダム周辺での湧水、地下水位調査が行われている。

図-4に堤体右岸取付部のクラックの掘削断面図を示す。クラックは、天端表面から不整形の階段状の基礎岩盤にまで進展している。左岸取付部のクラックは、基礎岩盤 (花崗岩) がほぼ鉛直に開口 (開口部最大幅 30 mm) しており、岩盤の潜在亀裂が開口したものと判断された。

この判断を受けて、堤体左右岸において、各 2 本の調査ボーリングを行い、過去の調査ボーリング、透水試験、施工時岩盤写真および基礎処理工事の資料を付き合わせて、基礎岩盤の状態を評価した。その結果、水平および垂直性亀裂によるブロック状岩塊の積み重ね状態にある上層部と比較的マシな岩盤である下層部で構成され、下層部のうち左岸側の一部に小岩塊に破碎し、マサ化が進んだ亀裂が分布する破碎状の部分が存在する状態であると判断された。地震で基礎岩盤が損傷 (亀裂が開口) する可能性があるとするれば、上層部と下層部の破碎状部分であると判断された。

上記の調査結果から、対策工としてグラウチング工を行った。基礎処理範囲は、左右岸取付部において軟岩と硬岩境界から3mの深度までの範囲、左岸下層部の破碎状部分の範囲（基礎岩盤表面から深度5m）である。開削部に対しては整形の後に盛土工を行った。左岸部では、堤体自体の損傷は認められていないために、保護層より上部を補修している。右岸部では、基礎岩盤と堤体不透水性ゾーンとの境界で開きが認められたことから、不透水性ゾーンまで開削し補修した。開削規模は、不透水性ゾーンを設計洪水位（EL. 117.0m）から1m下の標高までの範囲とし、転圧機械の使用を考慮した勾配としている。盛土は、開削材料を再度流用し、不足分に対しては適切な材料を購入し、築堤当時の仕様を参考として、これに準拠するものとした。開削に際しては、不整形な基礎岩盤のオーバハングをコンクリート置換により整形している。

観測体制として、漏水量観測施設に不備が生じており、下流河川で河川流量と合わせて漏水量を測定しているために、漏水量観測を補う目的で、堤体内および地山に各2ヵ所の水位観測孔を設置した。

再湛水にあたって、湛水試験管理マニュアルを作成し、通常管理に移行する前に十分に安全性を検証する体制が整えられた。

3. 井手の尻池^{3, 10-13, 15, 16)}

井手の尻池も、兵庫県南部地震により被災した。

被災状況は、堤体中央部全体（65m）が陥没、崩壊し、直下流の溜池（長池）を半分以上埋没させた。池敷内、町道をまたいだ下流の水田に多数の液状化による噴砂跡が確認された。

崩壊した堤体部をボーリング調査した結果、基礎地盤は沖積砂礫層であり、地下水位も高い状態であった。図-5に崩壊断面と柱状図を示す。堤体材料の粒度分布は、粒径のそろった液状化を生じやすい材料であった。

被災原因は、堤体および基礎地盤の液状化が主原因となり全面崩壊に至ったと判断される。

詳細な液状化解析（MuDIAN）の変形結果を図-6に示す。CaseAおよびBは、入力加速度が50galおよび100galの場合である。図から、堤体は沈下し、上下流法尻は上下流方向に変形し、下流側への変形が大きくなっている。堤体の底部で過剰間

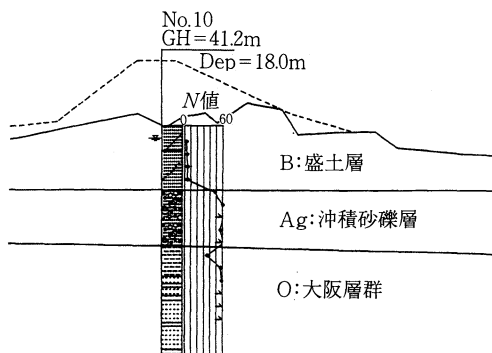


図-5 井手の尻池の横断面図²⁾

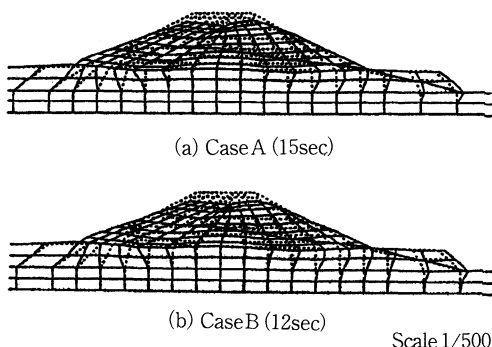


図-6 井手の尻池の液状化解析結果（変形）¹⁶⁾

隙水圧が発生し、これにより堤体の変形が生じた。したがって、実被害も同様の過程で崩壊したと判断される。

復旧工法は、155m長にわたる復旧となり、堤体を全面的に撤去した後、セメント系固化剤による地盤改良工を実施した上で、堤体を前刃金工法で再盛土した。洪水吐は堤体復旧に影響する範囲を取り壊し、原形復旧し、取水施設は亀裂が底樋まで達していたため取り壊し復旧した。

兵庫県南部地震の後、兵庫県農林水産部農地整備課は県土地改良事務所から被害がなかった溜池に対しても「ため池管理者のみなさまへ 貯水マニュアル（阪神・淡路大震災対策）」により万全なる監視体制のもとに貯水を行えるように対策を行っている。

4. 串木野ダム¹⁷⁾

串木野ダムは、鹿児島県薩摩地方地震により被災した。本ダムの施工主体は鹿児島県である。

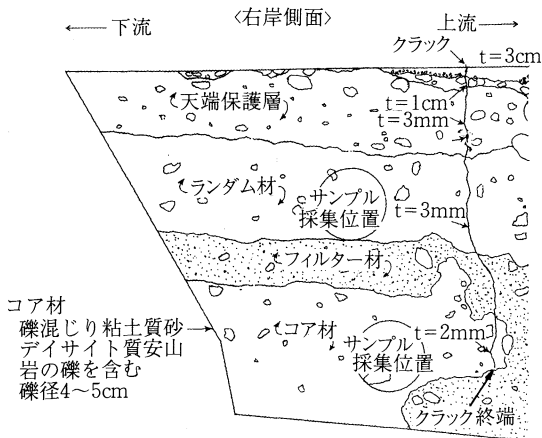


図-7 串木野ダムのクラック (堤体横断面)¹⁷⁾

被災状況は、最大断面付近天端上流側に長さ 32.3 m の亀裂 (最大幅 15 mm)、この亀裂左右岸でガードレール基礎コンクリートと堤体の剝離が発生した。上下流法面の変形は見られていない。

亀裂最大幅付近で試掘を行い亀裂の深度を調査した。図-7 に試掘断面の右岸側のスケッチを示す。試掘に先立ち、メチレンブルー水溶液を浸透させている。

発生した亀裂は、天端保護層および上部のランダムゾーンと上流フィルタゾーンの上層部に認められ、コアゾーンには到達していないことが確認された。亀裂最深部は計画洪水位より 1.5 m 高い位置であった。

上記の結果から亀裂がダムの遮水性に対して影響を与えないと判断し、対策工としては、掘削再転圧とした。掘削規模は、亀裂および剝離部において、深さ 50 cm、底幅 100 cm、法勾配 1 : 0.8 (上流側は垂直) のランダム材部分とした。巻出厚は 20 cm 程度、転圧機種は 90 kg 級振動コンパクタとし、材料は掘削材を転用し、不足分は同質の材料を用いた。試掘坑は、深さ 135 cm、底幅 105 cm、法勾配 1 : 0.8 (上流側のみ垂直) を掘削し、フィルタ、コアおよびランダム材を再転圧した。巻出厚および転圧機種は、亀裂および剝離部と同じである。ランダム材は亀裂および剝離部と同材料、コアおよびフィルタ材は別途用意した。

IV. おわりに

地震の発生の度に少なからず盛土構造物に被害が発生している。

地震時安全点検での巡回目視点検による亀裂、変形、漏水および湧水等の発見が第一番目の安全性の確認となる。特に地震後の漏水の量および濁りの監視が重要である。この監視は、内部の損傷が外部に現れるには、時間遅れがあるために、ある程度の期間を必要とする。

第二の安全性の確認として、亀裂発生場所の試掘により、亀裂が遮水性に影響を及ぼすかどうかの判断が重要である。

亀裂部の試掘のみでは見落としている内部の損傷が発生している可能性も否定できない。このような場合には、築堤時のボーリング資料、岩盤写真、盛土管理実績、試験湛水時からの埋設計器データ、漏水量観測値等の資料から地震時に起こり得る損傷の推定と現在の状況との比較検討を行い判断することとなる。このため、今後もこれらの資料の十分な整理・管理が重要となる。

また、再湛水時およびそれ以後に十分な安全管理が行えるように、埋設計器、漏水量等観測装置の保守・管理も重要な点である。

兵庫県南部地震では、事例で紹介した井手の尻池を始めとして多数の溜池が堤体および基礎が良好でないことに起因して被害を受けている。大きな地震の度にいくつかの溜池は被害を受けており、亀裂発生に対する対策工法の模索と基礎地盤改良を含めた老朽溜池の整備がなされる必要がある。また、最近の山口県北部地震では、堤体漏水の対策として堤体グラウトを行った溜池に、グラウトに沿った天端の亀裂が発生した¹⁸⁾。これまでの地震においても、堤体グラウトを行った溜池に同様の被災が見られている。堤体グラウトが行われていない溜池においても、天端ダム軸に沿う亀裂が発生する被災が見られており、必ずしも堤体グラウトが天端ダム軸方向の亀裂の主因であると特定できない。しかし、一般的に、土質材料に異種材料が入っている場合には、境界で亀裂が発生しやすくなる。堤体グラウトは遮水効果が大きく、低廉であるためにかなり普及している。耐震対策上から、堤体グラウトは亀裂を生じさ

せる可能性があるために問題点を含んだ漏水対策工法であると言える。堤体での漏水メカニズムとその対策工法の研究は重要な課題であると認識している。

参 考 文 献

- 1) 国立天文台編：理科年表平成9年，丸善株式会社（1996）
- 2) 農林水産省構造改善局建設部設計課：農業用ダム台帳，農林水産省構造改善局建設部設計課設計審査班（1996）
- 3) 平成6年度農地・農業用施設緊急地震対策調査等委託事業各編（報告書），農林水産省構造改善局・財団法人日本農業土木総合研究所（1995）
- 4) 谷 茂：ため池データベースの開発と画像解析処理，水と土，No. 107，pp. 5～12（1997）
- 5) 増川 晋・安中正実・田頭秀和：農業用ダムの地震時安全点検システム，農土誌 64（3），pp. 41～46（1996）
- 6) Shigeru Tani, Consideration of fill dam behavior during the 1993 Kushiro-Oki Earthquake and the 1993 Hokkaido-Nansei-Oki Earthquake, Proceedings of IS-Tokyo'95, the 1st International Conference on Earthquake Geotechnical Engineering, Tokyo, Vol. 1, pp. 37～42（1995）
- 7) 安中正実・谷 茂・毛利栄征：平成5年（1993年）北海道南西沖地震による農地・農業用施設の被害調査報告，農業工学研究所報告，No. 35，pp. 111～142（1996）
- 8) 北海道南西沖地震に関する技術検討委員会編：平成5年度北海道南西沖地震に関する技術検討業務報告書，財団法人日本農業土木総合研究所（1994）
- 9) 塩見忠彦・室本隆司・谷 茂：農業用フィルダムの動的有効応力解析による地震時挙動，第31回地盤工学会研究発表会講演要旨集，pp. 1263～1264（1996）
- 10) 増川 晋・浅野 勇・田頭秀和・掘 俊和：兵庫県南部地震による農業水利施設の被害，農土誌 63（3），pp. 1～5（1995）
- 11) 兵庫県南部地震技術検討委員会編：平成7年兵庫県南部地震農地・農業用施設に係る技術検討報告書，財団法人日本農業土木総合研究所（1996）

- 12) 近畿農政局土地改良技術事務所編：1995年兵庫県南部地震-ため池の被害と復旧-，近畿農政局土地改良技術事務所（1996）
- 13) 兵庫県農林水産部農地整備課編：兵庫県南部地震農地農業用施設震災記録誌，兵庫県農林水産部農地整備課（1996）
- 14) Takashi Hasegawa and Akira Murakami, Damage to Agricultural Facilities, Special Issue of Soils and Foundations, Japanese Geotechnical Society, pp. 255～261（1996）
- 15) Shigeru Tani, Damage to Earth Dams, Special Issue of Soils and Foundations, Japanese Geotechnical Society, pp. 263～271（1996）
- 16) Shigeru Tani and Tadahiko Shiomi, Analysis of Earth Dam Damages Caused by the Hyogoken-Nanbu Earthquake, the 11th World Conference on Earthquake Engineering, Mexico, pp. 115～124（1996）
- 17) 谷 茂・安中正実：平成9年5月13日発生「第2北西部地震」被害調査報告書（速報版），内部資料（1997）
- 18) 財団法人日本農業土木総合研究所：平成9年6月25日発生の山口県北部を震源とする地震による農業用ため池の被災状況調査資料，内部資料（1997）

[1997. 7. 29. 受稿]

増川 晋



1959年 兵庫県神戸市に生まれる
1985年 神戸大学大学院修士課程修了
四国農業試験場土地利用部
四国農業試験場地域基盤研究部
1989年 農業工学研究所造構部
1994年 農業工学研究所造構部主任研究官
現在に至る

安中 正実



1951年 長崎県長崎市に生まれる
1976年 九州大学大学院修士課程修了
農業土木試験場造構部
農業工学研究所造構部
農林水産技術会議事務局
1992年 農業工学研究所造構部構造研究室長
農学博士（九州大学）
現在に至る

略 歴

淡路島・農村における住環境および生産環境の震災被害と復旧

Restoration of the Hanshin Awaji Great Earthquake Disaster
in Rural Settlement of Awaji Island森 下 一 男[†] 木 村 和 弘^{††} 林 剛 一^{††} 鈴 木 純^{††}
(Kazuo MORISHITA) (Kazuhiro KIMURA) (Gouichi HAYASHI) (Jun SUZUKI)

I. はじめに

1995年1月に発生した阪神・淡路大震災は、農村にも多くの被害を与えた。農村は震災に強かったと言われながらも、家屋の全壊によって、2年間にわたってビニルハウス内や納屋で生活を強いられてきた農家もあった。また、震災後2日目になって震災被害が判明した溜池もあった。農村の震災被害の実態は、都市に比して伝えられる機会も少ない。筆者らは農業土木学会の農地・農村災害調査プロジェクトへの参加を契機に、その後2年間にわたって淡路島一宮町で、震災復旧状況を把握するために土地利用調査やアンケート調査を行ってきた。震災直後の状況については既に報告し¹⁾、災害復旧の対象にならない被害への対応の必要性を指摘してきた。

本文では、淡路島内の農業集落の住居、溜池および農地の被害と復旧状況を報告する。特に農地の災害では、災害復旧の対象にならない「目に見えない被害」や災害復旧事業後の状況について、農家がどのように対応しているのかを明らかにした。

II. 調査対象地の震災被害と対象集落

1. 一宮町の概況および対象集落の位置

津名郡一宮町は、淡路島西海岸のほぼ中央に位置し、震源地の北淡町に接している。耕地の多くは棚田で、傾斜地が全耕地の80%を占めている。溜池も6,369池(溜池台帳)を数える。基盤整備は遅れ、水田整備率は21%(平成2年現在)にとどまっている。若い農業従事者の減少が顕著で、高齢化が著しい中山間地域である。今回の震災で一宮町は激しい被害に見舞われた。市街地では多くの死傷者

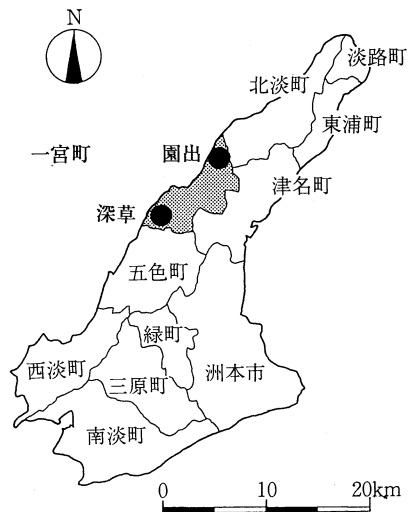


図-1 対象地の位置

を出し、農村地域でも負傷者を出し、住居や農業施設に多大の被害を生じた。調査対象地は、被害状況が異なり、圃場整備の実施状況も異なる園出、深草の2集落である(図-1)。

2. 対象集落

(1) 園出集落 農家数24戸、1戸当たり平均経営面積70.4a(1990年センサス)、地区内の耕地は329区画25.4haである。一宮町で最も被害の大きい農業集落である。全農家が被災し、母屋の全壊は12戸に達した(図-2)。溜池・農地の被害も大きい。

ここでは水稲と冬期間の露地野菜、施設野菜、花卉栽培などの二毛作が行われている。土地利用の変化について別途報告²⁾したが、震災を契機に複合経営の一環であった畜産経営をやめる農家も出現し

[†]香川大学工学部創設準備室 ^{††}信州大学農学部



震災復旧, 農業集落, 淡路島, 住宅被害, 溜池被害, 田主, 農地被害

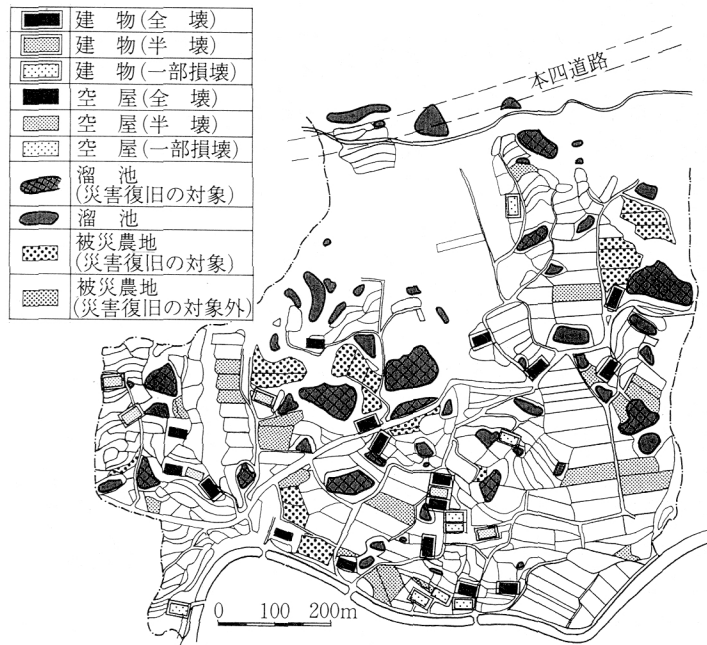


図-2 園出集落の被害状況

た。昭和 62, 63 年に野菜集団産地育成事業によって 11.8ha の圃場整備が行われた。地区内に存在する溜池 55, これらは 6 つの田主(たず)と個人池からなっている。それぞれの田主は深井戸をもち田主池に補給している。補給水源をもつ田主では、厳格な水利規制はなく、震災後の渇水にも対応し得た。

(2) **深草集落** 一宮町の西南端に位置するこの集落でも、母屋の全壊 4 棟、その他建物の全壊 9 棟の被害を生じた。ここは町内でも水不足の著しい地区で田植えは最も遅く、1995 年は 6 月 22 日から始まった。総世帯数 48, 農家数 35 戸、耕地は 653 区画, 36.5ha である。地区の農業は水稻と裏作のタマネギを中心に二毛作が行われている。地区の大部分の水田は、鳴池, 井出ノ口池を中心とする上条および川池を中心とする下条の田主(大田主と呼ばれ一元管理されている)によって灌漑される。この田主では 2 反歩 8 時間を基本とする番水が行われている。耕地は未整備で田越し灌漑(追手田(オイテダ)という)が行われている。

III. 住環境の被害復旧状況と農家の対応

ここでは全戸が被災した園出集落の状況を述べる。

1. 震災時における農家の避難状況

(1) **農家の住居** 淡路島の農家住宅は、敷地面積も広く*, 母屋の他に多数の居住用施設や長屋門・納屋などの非居住用施設を有している。園出の各住居の被害, 家屋の撤去および復旧状況を表-1 に示した。

(2) **住居の被害と避難状況** 園出では、全壊した農家は、地震直後、集落内の農業センターや小学校に避難した。しかし中には小学校に避難したものの混乱していて自宅に引き返した農家もあった。震災直後、区長による集落内全域の検分が行われ、地域の被害の把握がなされた。その時の状況を区長のメモは生々しく伝えている(表-1 参照)。その後、全壊または半壊した農家の多くは、敷地内の他の建物に避難したり、敷地内にコンテナやビニルハウスを設けて生活を送ってきた。都市では、小学校などの避難所や親類の家での避難生活が多かった³⁾のに対して、ここでは、居住地から移動せずに避難生活を送ることができた。

* 農家の平均的な建坪数は、本家(母屋) 30 坪(5 × 6 間), 長屋門 20 坪, 離れ 15 坪, 別棟(風呂など) 10 坪などで約 75 坪である。

表-1 園出集落の各農家の住宅被害と復旧状況

No.	母屋の被害 (注1)	被災時の家屋の状況 (注2)	母屋が全壊・半壊した 農家の避難状況 (注3)	家屋の撤去 (全て95年)(注4)	家屋の新築状況 (注5)	
					種類	完工時期
1	全壊	家傾き生活不能、納屋で生活。台所倒壊、外観美しい、堆肥小屋全壊	屋敷内の他の建物で避難生活	3.23 ~ 24		
2	全壊	家傾き生活不能、納屋も傾く	コンテナハウスをリースして居住	1.21 ~ 26	倉庫 住宅 住宅	95. 4.29 96. 1. 9 96.12.31
3	全壊	屋根つぶれ、家傾く。天井崩れ、生活不能。裏はまあまあ	(一時農業センターに避難)	1.21 ~ 24	住宅 倉庫	95. 9.28 96. 3. 1
4	一部損壊	生活できる	—			
5	一部損壊	生活できる。納屋崩壊、離れ全壊裏座敷タイコ塀(物入れ)倒壊	不明	1.21 ~ 24	倉庫 倉庫	95. 7.30 95. 5. 1
6	全壊	屋根無し、一部傾く生活できる	屋敷内の他の建物で避難生活	5.9 ~ 12	事務所 住宅	95. 9.28 96. 9.30
7	全壊	屋根つぶれ(二段屋根が一段に)生活不能。天井抜け、離れの天井下がる	屋敷内で避難生活(一時農業センターに)	7.12 ~ 15	住宅 倉庫	95. 9.30 95. 5.30
8	一部損壊	生活できる。少々の被害。離れ全壊	—	3.17 ~ 20	住宅	96.12. 1
9	全壊	屋根無し、傾き、カド(庭)地割れ、生活不能	不明	2.20 ~ 22	住宅	95.10.22
10	全壊	母屋・納屋の屋根なし。台所でのみ生活	屋敷内の他の建物で避難生活	2.23 ~ 29	住宅	96.10. 1
11	全壊	小屋全壊、生活不能、一部壁倒れ屋根なし(骨だけあって瓦なし)	屋敷内で避難生活(一時農業センターに)	3.17 ~ 21	住宅 倉庫	96.10.14 96.10.14
12	一部損壊	生活できる	—			
13	半壊	屋根無し(ビニールをかぶせていた)	屋敷内で避難生活			
14	全壊	屋根無し、家傾き、生活不能	屋敷外で避難生活	6.19 ~ 21	倉庫	95. 4.30
15	半壊	家傾き(柱折れ)危険住宅(本人は生活すると言っていた)	避難せず			
16	半壊	壁のいたみ、生活できる、タイコ塀(物入れ)全壊	小学校で避難生活(一時農業センターに)	6.6 ~ 8		
17	一部損壊	天井落ち、壁割れ、建具くるい	—			
18	半壊	納屋・裏座敷屋根くずれ生活できる	避難せず			
19	一部損壊	建具くるい、壁割れ。生活できる	—			
20	全壊	全壊、生活不能(親戚へ避難、今は納屋で生活)	親戚宅へ避難	3.17 ~ 20		
21	全壊	納屋で生活している	屋敷内の他の建物で避難生活	2.28 ~ 3.2	住宅	96.12. 1
22	半壊	屋根無し(以前の母屋が半壊)	避難せず			
23	全壊	納屋全壊、母屋全壊、裏で生活仮設住宅建設中	(一時農業センターに避難)	1.23 ~ 2.7	住宅 倉庫	96. 1.15 96. 1.10
24	一部損壊	納屋の屋根一部崩れ、離れの柱移動	—	2.8		

注 1) 母屋のほかその他建物も全・半壊の被害を受けているが、母屋のみを記載した。

2) 1月19日に集落内を検分した区長のメモから。

3) アンケート調査から集計。「不明」はアンケート調査票を回収できずに不明。また、農業センターは集落内の共同施設である。

4) 役場資料から集計。(1995年を95年と略記)

5) 住宅新築調査から集計、例えば1995年4月29日は95.4.29と略記した。(平成8年12月現在)

2. 住居の復旧

(1) **家屋の復旧状況** 震災後2年経過したが、家屋の復旧は、住宅11棟、倉庫9棟（平成8年12月現在）であった。復旧が完了せず、被災時の応急処置のみの住宅やその他建物も少なくない。母屋、納屋が全壊した農家は、まず倉庫など収納場所の確保を行い、ついで住宅の建設に取りかかっている。新築家屋の平均的建坪は、倉庫75.4m²（22.8坪）、住居122.8m²（37.2坪）である。1996年12月のアンケート調査では、震災前の住生活に戻ったと認識している園出集落の農家は半数に過ぎなかった。

(2) **住宅建設の資金** 避難生活では有利であった建物の多さが、復旧に際しては逆に負担を増大させ、住宅建設の資金の調達が最大の課題となっている。その中で、農協の建物更正共済は地震被害にも給付が行われ、契約建物の損害率5%以上の被害に対して契約額の50%（最大）の保障を行ってきた。多くの火災保険が地震に対して何らの保障を行わない中で、家屋の復旧に役立っている*。

* JA日の出一宮本所管内の建物更正共済の支給件数は3,230件、総額42億円の支払いになった。

各農家は、住宅などの被害の程度によって、農業施設の被害復旧も異なっている。震災を契機に肉牛の飼育をやめる農家が出現したり、「住居の修復の費用がかかったため、農地や溜池まで手が廻らない」農家もある。

IV. 生産環境の被害・復旧状況と農家の対応

1. 田主池の被害

(1) **田主池の被害** 各集落には多くの溜池があり、それらが被災した。被災状況の把握は主として役場職員によって行われた。震災の前年（1994年）の降水量は通常の1/2程度（年降水量585mm：一宮町郡家）であったため、震災時、多くの溜池の貯水量は少なかった。震災当時貯水していた溜池では、危険回避のために余水吐の切り下げなどの貯水量を減じる措置が講じられた。園出集落では、55個の溜池のうち、堤体が70mにわたって崩壊した井手ノ尻池を始め、堤体や余水吐にクラックが発生したものなど、12池が被災し災害復旧事業の対象になった。深草集落では、井手ノ口池、ワラビコ池、川池が余水吐や堤頂部にクラックなどが入り、

表-2 農業施設等の被害と災害復旧

溜池の名称 (園出集落)	所属する田主	被害内容	事業費 (千円)	実施時期
木戸池	園出南田主	前法クラック（横に） 洪水吐クラック	11,740	95.12. 1 ~ 96. 3.29
石仏大池	園出南田主	前法クラック 堤頂クラック	30,460	95.12. 1 ~ 96. 9.30
折賀手池	園出南田主	コンクリート擁壁クラック（縦） 洪水吐クラック	3,630	95. 9.20 ~ 96. 3.22
四通池	園出南田主	洪水吐クラック	2,080	95. 9.20 ~ 96. 3.22
新池	園出南田主	前法滑落	4,870	95.10.30 ~ 96. 3.19
井手ノ尻池	原代田主	前法滑落 堤体崩壊（70m）	142,150	95. 8.30 ~ 97. 1.30
塚原池	原代田主	前法クラック（横に）、前法滑落	19,420	95.12. 1 ~ 96. 9.12
桃谷池	原代田主	洪水吐クラック	620	95. 8.30 ~ 96. 3.22
熊野上池	山口長田主	前法クラック	30,310	95.12. 1 ~ 96.11. 5
熊野下池	山口長田主	堤体亀裂	25,420	95.10.29 ~ ?
袖原池	袖原池田主	堤頂クラック（縦）、前法滑落	12,110	95.12. 1 ~ 96. 3.29
藪下池	長池田主	石積み崩壊・堤頂部クラック クラック（災害復旧は2カ所）	1,020 950	95. 9.20 ~ 96. 2.22 95. 9.20 ~ 96. 2.20
<hr/>				
(深草集落)				
井手ノ口池	上条(大田主)	波ブロック崩壊、余水吐石積み クラック、石積み崩壊（前法側）	18,950	95. 9.20 ~ 96. 3.22
ワラビコ池	上条(大田主)	洪水吐クラック	3,390	95. 9.20 ~ 96. 3.22
川池	下条(大田主)	堤頂・前法クラック 後法崩壊（一部）	3,040	95. 9.20 ~ 96. 3.22

注) 役場資料より集計。深草集落の田主は地元で呼ばれている名称を記載した。

応急措置が講じられた(表-2)。アンケート結果から見ると、「家が壊れるほどだから溜池が破壊するのではないかと思った」という人は、園出で35%、深草で16%、また、「地震でビックリして溜池のことまで思いうかばなかった」という人が園出で35%、深草で35%あった。地震によって気が動転していた様子がうかがえる。

(2) **1995年の田植えと被害意識** 震災前年が少雨で、さらに応急措置で貯水量が減少していたため、田植えの実施が危ぶまれた。しかし、5月に例年の2~4倍に相当する305mmの降水量(一宮町郡家)があり、例年と同様な田植えが行われた。深草集落では、上条の鳴池、井出ノ口池の貯水量が低下していたが、5、6月の降雨によって田植えができたため、井出ノ口池の貯水量の低下を震災の影響と認識する農家は少なかった。

(3) **1996年の渇水と震災の認識** 震災2年目は「例年にない渇水であった」と農家は言う。確かに降水量*は95年と比較すると2/3程度に過ぎなかったが、降水量以上に各田主池の貯水量の不足によって渇水感が助長された。園出集落では深井戸からの給水によって対応した。深草集落の大田主では、上条の井出ノ口池が全く貯水せず、この水掛りの全ての水田の田植えは困難で、地区内での作付け制限が行われた。補助水源がなく溜池だけに頼る深草集落では、作付け制限で対応せざるを得なかった。この渇水によって、溜池が地震で貯水しにくくなったと思う農家は、園出では65%、深草では87%に達した(アンケート結果)。「深井戸の出が悪い」「雨も少ないが、水脈が変化したのではないか」「地盤が悪くなったのではないか」と指摘する声が聞かれた。

(4) **田主池の復旧** 園出では、堤体が崩壊した井出ノ尻池をはじめ12池の復旧工事が1996年より本格化した。そして9月頃には大部分の工事が完了した。深草では、井出ノ口池が、震災2年目になって貯水しないことが明らかになった。このため1996年度の災害復旧事業で下条の川池から揚水する施設を設置することになった。

2. 個人池の被害と復旧

対象地域には、田主池の他に個人所有の溜池(以下個人池)**が存在するが、比較的貯水量の小さい溜池が多かった。個人池は、災害復旧事業の対象外で、復旧費用は全て農家の負担であるため、個人池の被害の実態は把握されていない。一宮町では、震災被害の申請に当たって、池敷を公有地にするという確約がとれれば、被災した個人池も災害復旧の対象にした***。各農家の経営の中での個人池の位置付けによって復旧や所有権の放棄に対する考え方も異なっている。貯水量が少なく補助水源としての役割しかないものは、復旧工事も行わず放置している。しかし、住宅に近接していたり、主要水源の場合には、被害と復旧は深刻な課題となっている。中には、「震災後、今年初めて池一杯に貯めた。今ま

** 園出では14池、深草では38池の個人池がある。

*** この対象になったのは町内で2ヵ所だけだった。



写真-1 区画田面内のクラック
(被災した農地でもタマネギは生育した)

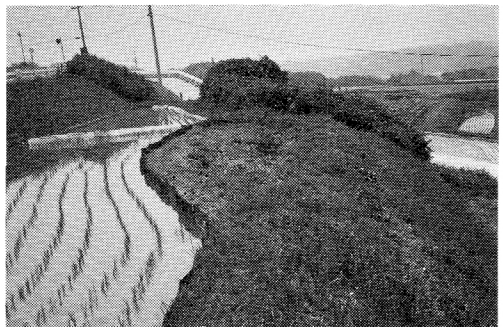


写真-2 沈下した区画での水稻栽培
(仮畦畔を設置して栽培している)

* 一宮町郡家の年降水量、1994年585mm、1995年1,056mm、1996年896mm

表-3 農地の被害状況 (園出集落)

被害状況	災害復旧の対象区画の被害状況	災害復旧の対象外の区画の被害状況	発生箇所合計
畦畔法面・石垣崩壊	7	—	7
畦畔(田面)沈下	8	9	17
田面のクラック発生	15	14	29
減水深の増加	—	4	4
湿田化	—	2	2
被害発生区画数	19	23	42

- 注 1) 園出集落に農地を所有する農家の聞き取りから集計。
 2) 被害状況は農家の指摘による。被害状況は重複する。
 3) 災害復旧の対象外には、「申請したが対象にならなかったもの」、「申請しなかったか、後で判明したもの」等がふくまれる。

で怖くて貯水できなかったが、そうばかり言っていられない」と不安を隠しきれない農家もある。

3. 農地の被害と復旧 (表-3)

(1) **目に見える農地の被害** 農地被害の把握は農家の申請によって行われ、災害復旧の対象となった農地は、園出19区画、深草2区画であった。二毛作を行う淡路島では、震災当時、全ての農地は畑地状態で、代表的作目のタマネギが作付けされていた。このような中で、①畦畔法面の崩壊、②畦畔の沈下、③田面内のクラックの発生など、一見して被害とわかる箇所・区画が、災害復旧事業の対象となった。被災した農地でも、タマネギなどが生育し、収穫された。畑地ではクラックや沈下は栽培上、ほとんど問題にならなかった(写真-1)。

畑地状態が終わり水田になったとき、被災した区画は、生産調整に組込み休耕したり、沈下またはクラックの部分避けて仮畦畔を設置して水稻作付けが行われた(写真-2)。

(2) **災害復旧工事** 農地の災害復旧工事は、災害前の状況に復する工法が採用されて、1995年度中にすべて終了した。①畦畔の崩壊に対しては、ブロック積み工、②田面のクラックに対しては、クラック個所の掘削・盛土・転圧による亀裂充填、③田面の沈下に対しては表土のはぎ取り・客土・転圧が行われた。

(3) **小規模被害や目に見えない被害** 一方、田面にクラックなどが生じても30万円以下の被害は災害復旧の対象外であった*。このため震災直後の被害の申請時に「多少の畦畔の沈下や田面の沈下は災害復旧の対象にならないだろう」「自力で何とか対

応できるだろう」と自己規制した農家、「被害はないと思った」農家などがあつた。しかし、それらの農家は1995年6月に水田になって初めて被害の大きさを認識した。それは、水を張って初めて判明するもので、①田面の沈下、②減水深の増加、③湿田化であった。中でも①が多かった。園出地区では、このような被害は、23区画(全区画の7%)で生じた(表-3、図-2に併記した)。

(4) **農家による自力復旧** 災害復旧の対象外の区画では、農家が自力で復旧するか、または何ら対処されることなく放置されている。自力復旧は、主として田面の沈下に対して行われ、その方法は、①客土、②仮畦畔の設置、③トラクタによる土寄せ、④丁寧な代かき、である。これらは組合わせて行われている(表-4)。

①客土：たとえば圃場整備地のある区画(面積11a)では田面の約1/3が5~10cm沈下した。このため農家は自力で2tトラック6~7台分の土砂を2年にわたり客土した(1台の代金は4,500円)。

表-4 被災農地の農家独自の対応 (園出集落)

農家の対応方法	災害復旧の対象区画		災害復旧の対象外の区画	
	区画数	割合	区画数	割合
農家独自の対応を行った区画	8	42%	11	48%
その客土	6	32%	4	17%
仮畦畔の設置	3	16%	3	13%
土寄せ	7	37%	8	35%
丁寧な代かき	2	11%	5	22%
被害発生区画	19	100%	23	100%

- 注 1) 園出集落に農地を所有する農家の聞き取りから集計。
 2) 災害復旧工事を行った19区画のうち、8区画はさらに農家は独自の対応を行った。
 3) 災害復旧の対象外には、「申請したが対象にならなかったもの」、「申請しなかったか、後で判明したもの」等がふくまれる。

* 園出では災害復旧の申請をしたものの不採択になった区画が6区画あつた。

それでも不均平は解消されず、今後も客土せねばならない。

②仮畦畔の設置：沈下した部分の改良ができない場合は仮畦畔を設置して区画を仕切って水稻栽培が行われている。

③土寄せ：多くはトラクタを後退走行させて行われるが、ブルドーザやパワーショベルなどを用いる農家もある。

④代かき：震災後、代かきに時間をかけるという農家は多い。特に被災した区画では、以前の1.5～2倍の時間を要するという農家もある。

(5) 復旧後の状態 災害復旧工事の行われた園出集落の19区画のうち、8区画では工事終了後さらに農家独自の対応を行っている。それは自力復旧と同様で「災害復旧工事でも十分ではない」という意見が聞かれた。また、自力復旧工事を行った11区画では「今後とも継続して手をかけていかねばならない」「自力復旧では原状復帰は困難」という意見もある。

VI. 今後の対策と問題点

1. 災害復旧工事と地震災害の特質

(1) 災害復旧工事の特質 災害復旧工事は災害前の状況に復する工法が採用される。田面のクラックの発生に対しては、掘削－盛土－転圧を基本にする工事だが、湛水すると復旧部分と周辺部との間に差異を生じ、湿田化や不均平を生じる場合もあった。田面沈下した部分の復旧工事でも同様であった。

(2) 地震災害の特質 一般の土砂災害などであれば現在の復旧工法によって、ほぼ元どおりに修復される。しかし、地下内部の変動による水脈の変化や地質構造の変化を生じる震災では、クラック周辺部も影響を受ける。溜池流入量や貯水量の変化など、通常の災害とは異なる様相を示している。そのため、被災した崩壊箇所や沈下箇所の部分的な改修だけでは、震災被害の復旧としては十分ではない。復旧工事の行われた箇所でも、その後農家に対応しなければならない箇所があるのは、このような状態を反映しているのであろう。

(3) 今後の復興のために 農地の復興のために、圃場整備が求められている。しかし震災地域全域の圃場整備の実施は不可能であろう。どこを優先的に

整備するかが検討されねばならない。園出集落のように多くの被害を生じた地区では、従来の災害復旧の手法と同様な被災部分の改修に止まらず、被災した区画を単位として復旧工事が行われる必要がある。また、井出ノ口池に見られた溜池の復旧も、他の溜池からの揚水という対症療法的なものでなく、十分な調査に基づく漏水などを防ぐ抜本的な改修が必要であろう。

2. 災害復旧申告、査定の時期

早急に災害復旧を行うため、迅速な被害査定が行われ、95年3月までに完了した。農地の被害は、畑地状態であったため、不明な部分も多く、水田状態になって初めて実体化するものもあった。また前年の少雨のために震災被害と認識されなかった場合もあった。災害復旧のためには早急な査定が必要であるが、同時に地域の被害の実状にあわせた申告の受付時期や災害査定時期を考慮するなどの措置を講じることも必要である。これによって目に見えない被害への対応が可能になろう。さらに住宅の被害の査定についても同様に言える。一部損壊の認定を受けた住宅が、その後の余震で半壊程度に被害が拡大しているとの指摘は、これを物語っている。

3. 今後の課題

農家は住居の復旧と同時に、田主池などの共同施設の復旧、農地の復旧も行わなければならない。経済的負担が大きい。震災2年目になって、後回しになっていた農地の被害が判明し、営農への悪影響が危惧される。震災後の影響は単年度の調査では全てを知ることはできない。両集落で生じたことは、多くの震災を受けた農業集落でも生じる可能性がある。復興の遅れや負担の重さは、経営規模の縮小につながり、これらは未整備で劣悪な耕地条件のもとで生じる。この対応としての基盤整備の支援が早急に求められている。同時に、今後も長期・継続的に震災の影響について調査を行い、適切な対策を講じていく必要がある。

本文をまとめるに当たり、多くの方々の協力を得た。復興や農作業で忙しい中、快くアンケート調査や聞き取り調査に応じていただいた農家の皆さん、各集落の区長さん、各種資料を提供いただいた一宮町建設1課・農林水産課・開発課、兵庫県洲本土

地改良事務所の方々に心より御礼申し上げます。また各種調査に協力を得た信州大学農学部、香川大学農学部の専攻生諸氏に感謝いたします。

引用文献

- 1) 森下他：阪神・淡路大震災による農業集落の被災状況とその対応，農土誌，63 (11)，pp. 51～56，(1995)
- 2) 木村・森下・坂本・鈴木：淡路島・農村の震災後の農業的土地利用の変化とその対応，65 (9)，pp. 43～49，(1997)
- 3) 高田光男：住宅復興の現状と住宅政策の課題，都市計画，200・201，pp. 52～57，(1996)
- 4) 一宮町：淡路・一宮町復興基本構想，(1996)
- 5) 一宮町：阪神淡路大震災被害の概要と復旧状況，一宮町復興基本構想基礎調査編，(1996)
- 6) 兵庫県農地整備課：兵庫県南部地震農地農業施設震災記録誌，(1996)

(1997. 6. 10. 受稿)

森下 一男



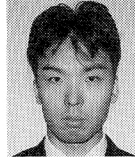
略 歴
 1945年 長野県に生まれる
 1970年 京都大学農学部農業工学科卒業
 1972年 京都大学大学院農学研究科修士課程修了
 1972年 香川大学農学部助手，助教授を経て
 現 在 香川大学工学部創設準備室 助教授

木村 和弘



1946年 神奈川県に生まれる
 1969年 信州大学農学部森林工学科卒業
 1971年 信州大学農学部助手，助教授を経て
 現 在 信州大学農学部 教授

林 剛一



1971年 東京都に生まれる
 1996年 信州大学農学部森林工学科卒業
 現 在 信州大学大学院農学研究科修士課程在学中

鈴木 純



1963年 福島県に生まれる
 1987年 信州大学農学部森林工学科卒業
 1989年 千葉大学大学院園芸学研究所修了
 1989 - 1994年 長野県技術吏員を経て
 現 在 信州大学農学部 助手

新刊図書

[本欄は新刊図書の紹介のみです。希望者は直接出版社へお申込みください。]

地球環境と自然保護(改訂版)	東京農工大学 編集委員会 編	培風館	B 5版, 224ページ ¥ 2,500
人にはどれほどの土地がいるか -食料と環境の過去, 現在, 未来-	谷野 陽 著	農林統計協会	A 5版, 184ページ ¥ 1,900
水との共生 -分析技術者から見た水の世界-	岡田道人 著	新風舎	B 6版, 176ページ ¥ 1,400
身近な地球環境問題 -酸性雨を考える-	酸性雨研究会 編	コロナ社	A 5版, 230ページ ¥ 2,700
農学・生態学のための気象環境学	文字信貴・他編 平野高司	丸善	A 5版, 214ページ ¥ 3,400
土地利用計画とまちづくり	水口俊典 著	学芸出版社	A 5版, 368ページ ¥ 38400
戦略的農業のための意思決定	松原茂昌 編著	農林統計協会	A 5版, 336ページ ¥ 3,300
鹿児島発農れんれん	英 伸三 著	日本カメラ社	A 4版, 168ページ ¥ 3,800

小特集・震災後の対策を考える-7

淡路島・農村の震災後の農業的土地利用の変化とその対応

Change of Agricultural Land Use after the Hanshin Awaji Great Earthquake
Disaster in Rural Settlement of Awaji Island

木村 和 弘[†] 森 下 一 男^{††} 坂 本 充[†] 鈴 木 純[†]
(Kazuhiro KIMURA) (Kazuo MORISHITA) (Mitsuru SAKAMOTO) (Jun SUZUKI)

I. はじめに

淡路島の農村にも多くの被害を与えた1995年1月の阪神・淡路大震災から、2年が経過した。前報¹⁾で示したように、被災した住宅や農地・溜池などは復興途上にあり、現在でも農家の生活に大きな影響をおよぼしている。淡路島の農業は田主（たず）と呼ばれる溜池掛りの水利組織と二毛作に代表される。被災した溜池や農地では、2年間に4回の作付けが行われた。震災直後の調査報告で、目に見えない被害の存在とそれによる耕作放棄地発生の危険を指摘した²⁾。震災復興がまだ十分でない現在、その危険性はさらに大きくなったと考えられる。

本文では、4回の作付け状況を把握し、震災被害が土地利用にどのように影響しているのかを検討した。今後の土地利用は、農地、溜池、さらに住居などの復興が大きく関係している。

II. 調査対象地の農業形態

調査対象集落は、前報¹⁾と同様に震源の北淡町に接する津名郡一宮町で、被害状況、農地の整備状況が異なる園出、深草の2つの農業集落である。

1. 対象集落の概況

(1) 園出集落 北淡町に近接するこの集落は、農家数24戸、地区内の耕地は329区画、25.4haで、今回の震災で全農家が全壊・半壊などの被害を住居に受け、農地・溜池の被害も一宮町で最も大きかった。ここでは昭和62～63年に野菜集団産地育成事業によって11.8haの圃場整備が実施され、用水路は一部パイプラ

イン化された。水稻の他に花卉や野菜などのハウス栽培が営農の中心となっている。

(2) 深草集落 町の西南端に位置するこの集落でも母屋やその他の建物の全壊（13棟）を生じたが、災害復旧事業の対象になった溜池は3池、農地は2区画であった。この集落は、総戸数48戸、うち農家35戸、耕地は653区画、36.5haである。耕地は未整備で棚田を形成し、用水は全て溜池に依存している。道路の改良と自由な用排水操作を求めて、圃場整備を実施する話し合いが行われてきたが、震災によって一時中断した。

2. 田主と農業形態

(1) 園出の田主と個人池(図-1) 地区内の溜池は55池、これらは6つの田主と個人池からなる。受

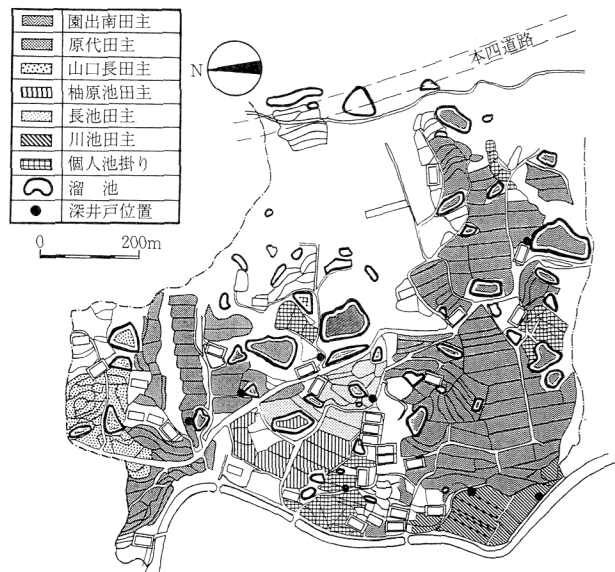


図-1 園出集落の田主とその範囲

[†] 信州大学農学部 ^{††} 香川大学工学部創設準備室



大震災、淡路島、農業的土地利用、田主、二毛作、溜池被害、農地被害

益面積の大きいのが地区南部の園出南田主 (8.4 ha) と北部の原代田主 (7.5 ha) である。園出南田主は、圃場整備の際に4つの小田主と個人池を統合した新たな田主で、用水路もパイプライン化して個別の水利用を可能にした。さらに補助水源として深井戸をもち、渇水時にも対応できるため、野菜やハウス栽培を行う農家が多い。一方、原代田主は古くからの田主で圃場整備に際していくつかの個人池を取り込んだ。地区の北部には個人池掛りの水田も残存している。

(2) 深草の田主 地区内の溜池は49、これは4つの田主と個人池からなる。地区の大部分の水田は上条 (鳴池, 井出ノ口池他, 14.4 ha) および下条 (川池他5池, 9 ha) の二水系で灌漑される。これは「大田主」と呼ばれ、一元管理されている。ここ

では2反歩8時間を基本とする厳格な番水が行われている。この他に白池田主 (1池, 1 ha), 長谷田主 (2池, 0.6 ha), 権上田主 (3池, 0.5 ha) がある。地区は全てを溜池に頼っているために、貯水量の減少は地区農業にすぐさま影響する。

(3) 二毛作と作付けパターン 両集落は水利用の形態を異にし、二毛作の作付けパターンも異なる (表-1)。園出では、野菜を組込んだ輪作体系や水稻-レタス-タマネギなどの新たな作付けパターンが

表-1 両集落に見る代表的作付けパターン

園出	①: タマネギ (中生, 晩生) → レタス → スイカ ②: タマネギ (極早生, 早生) → スイカ ③: 水稻 (早生) → レタス → タマネギ
深草	④: 水稻 → タマネギ (晩生) → 水稻

表-2 園出集落の土地利用の変化

作目	1995年				1996年				
	田植え前 (5月調査)		田植え後 (6月調査)		田植え前 (4月調査)		田植え後 (8月調査)		
	区画数	面積 (a) (%)	区画数	面積 (a) (%)	区画数	面積 (a) (%)	区画数	面積 (a) (%)	
水稲	—	—	189	1,500 (58.9)	—	—	178	1,416 (55.8)	
露地	タマネギ	42	315 (12.4)	—	—	36	272 (10.7)	—	—
	馬鈴薯	19	90 (3.5)	—	—	12	50 (2.0)	—	—
野菜	スイカ	12	88 (3.5)	13	93 (3.7)	10	93 (3.7)	—	—
	その他	35	121 (4.8)	29	102 (4.0)	31	118 (4.6)	16	64 (2.5)
施設	花卉	12	112 (4.4)	1	10 (0.4)	17	173 (6.8)	1	9 (0.4)
	トマト	9	47 (1.8)	5	29 (1.1)	3	22 (0.9)	—	—
	その他	17	108 (4.2)	9	51 (2.0)	12	72 (2.8)	2	8 (0.3)
果樹	樹	11	33 (1.3)	11	33 (1.3)	10	34 (1.3)	8	27 (1.1)
牧草	草	2	5 (0.2)	2	5 (0.2)	2	10 (0.4)	—	—
作付け区画合計		159	919 (36.2)	259	1,823 (71.6)	133	844 (33.2)	205	1,524 (60.1)
不作付け地 (荒廃地含む)		236	1,585 (62.4)	104	577 (22.7)	251	1,619 (63.7)	134	774 (30.5)
施設の不作付け地		7	38 (1.5)	16	146 (5.7)	13	79 (3.1)	20	238 (9.4)
総区画数		329	2,542 (100)	330	2,546 (100)	331	2,542 (100)	329	2,536 (100)
年間耕地利用率		107.9%				93.2%			
溜池		55	488	55	488	49	445	49	441
宅地等		46	255	46	251	44	253	45	254

注) ① 「不作付け地」と「荒廃地」が区別できないものがあつたため、一括して記載した。

② 1995年5月, 6月, 1994年4月, 8月の現地踏査による。

③ 面積は1:2500地形図より図上算定した。畦畔面積は除いた。

④ 1区画内にいくつもの作目がある場合には、それぞれ1区画とした。

そのため作付け区画数の総計は、総区画数を上回る。また作付け面積は概算で分割して示した。

⑤ 施設野菜等は、施設のある区画の面積を示した。

⑥ 総区画数の減少は売地による。

形成されたのに対して、深草では従来からの水稲一タマネギが多い。タマネギは、収穫期と田植え期が重なることや、収穫後の乾燥・調整などの手間などから、作付け面積が減少している。

III. 震災後の土地利用の変化

1. 園出集落の土地利用(表-2)

(1) 震災年(1995年)の土地利用 ここでは圃場整備も行われ、多様な作物が導入されていた。耕作放棄地はわずかに最上流部にみられるに過ぎなかった(1990年センサスでは耕作放棄地の割合は5.6%)。多くの溜池や農地が被災したが、震災時、畑状態で作付け率は、36.2%であった。ここではタマネギ(12.4%)に特化することなく、露地野菜(11.8%)、施設園芸(10.4%)などさまざまな作物が作付けされていた。溜池や農地の被害の影響は、6月の田植え時になって現れた。堤体が崩壊したりクラックの入った溜池では応急処置として天端を切

り下げ、貯水量を減じた。このため、代かき用水にも事欠く状況であったが、幸い5月以降の降雨や補助水源の深井戸からの補給によって田植えが行われた。一方、被災した区画は生産調整の対象にされたり、不作付けにされた。この表作期の水稲作付け率は58.9%であった。

(2) 2年目(1996年)の土地利用 裏作物の中で大きな変化は、タマネギの43a(13.6%)、馬鈴薯の40a(44.4%)の減少であった。花卉は、作付け面積の増加が見られた。全体的にはこの時期の変化は小さく、不作付地の増加も34a(5.6%)に留まった。この年の田植え時には降水量が少なく各田主とも用水確保には苦労した。農地・溜池の復旧工事が、1996年になってから本格化したため、工事の時期と作付け期が重なって、水稲の作付けを行わず、生産調整に当てられた区画もあった。この用水不足には、各田主は独自に深井戸からの用水補給で対応したが、「深井戸が底をついてしまい、水のあ

表-3 深草集落の土地利用の変化

作 目	1995 年				1996 年				
	田植え前 (5月調査)		田植え後 (6月調査)		田植え前 (4月調査)		田植え後 (8月調査)		
	区画数	面積 (a) (%)	区画数	面積 (a) (%)	区画数	面積 (a) (%)	区画数	面積 (a) (%)	
水 稲	—	—	350	1,973 (54.0)	—	—	275	1,661 (45.7)	
露 地 野 菜	タ マ ネ ギ	126	719 (19.7)	1	4 (0.1)	121	613 (16.8)	—	—
	馬 鈴 薯	21	84 (2.3)	—	—	20	50 (1.4)	2	3 (0.1)
	ス イ カ	3	7 (0.2)	5	12 (0.3)	—	—	1	2 (0.0)
	エ ン ド ウ	23	83 (2.3)	—	—	37	108 (3.0)	1	1 (0.0)
	そ の 他	54	193 (5.3)	49	178 (4.8)	58	147 (4.0)	55	157 (4.3)
キ ャ (施 設)	8	22 (0.6)	7	23 (0.6)	2	8 (0.2)	1	1 (0.0)	
果 樹 牧 草	果 樹	20	303 (8.3)	20	303 (8.3)	20	314 (8.6)	21	322 (8.8)
	牧 草	9	35 (1.0)	1	3 (0.1)	17	62 (1.7)	2	7 (0.2)
作 付 け 区 画 合 計 不 作 付 け 地 (荒 廢 地 含 む)	作 付 け 区 画 合 計	264	1,446 (39.6)	433	2,496 (68.3)	275	1,302 (35.8)	358	2,154 (59.2)
	不 作 付 け 地	482	2,208 (60.4)	299	1,158 (31.7)	518	2,340 (64.2)	358	1,484 (40.8)
総 区 画 数	653	3,654 (100)	653	3,654 (100)	652	3,643 (100)	652	3,639 (100)	
年 間 耕 地 利 用 率	107.9%				94.9%				
溜 池 宅 地 等	溜 池	49	327	49	327	49	327	49	327
	宅 地 等	75	472	75	472	76	483	77	487

注) ① 「不作付け地」と「荒廢地」が区別できないものがあつたため、一括して記載した。

② 1995年5月、6月、1996年4月、8月の現地踏査による。

③ 面積は1:2500地形図より図上算定した。畦畔面積は除いた。

④ 1区画内にいくつもの作物がある場合には、それぞれ1区画とした。

そのため作付け区画数の総計は、総区画数を上回る。また作付け面積は概算で分割して示した。

⑤ 施設野菜等は、施設のある区画の面積を示した。

⑥ 総区画数の減少は売地による。

るところから順次田植えをすることにした」田主もあつた。水稲作付け面積は、84a (5.6%) 減少した。この時期は前年に比して露地野菜や施設園芸の作付けがなかったため*、不作付け地が197a増加して、全体の30%を占めるようになった。

2. 深草集落の土地利用の変化 (表-3, 図-2)

(1) 震災年 (1995年) の土地利用 この地区の区画は不整形形で、区画当り平均面積5.6a、道路条件も悪く、農作業機械が導入困難なものもあつた。このため、①山奥の孤立した団地や②農業従事者のいない農家の周辺部などで、集団的に耕作放棄が生じていた (1990年農業センサスでは、耕作放棄地の割合8.6%)。震災時、タマネギ (19.7%) を主体に作付けられており、耕地利用率は39.6%であつた。これらの裏作物は、園出同様に震災による直接的影響を受けることなく収穫された。1995年は前年の少雨のため上条の鳴池、井出ノ口池の貯水量は

* 調査時期が8月であつたため、端境期の野菜もあり、野菜の作付けが少なかったと考えられる。

減少しており、特に井出ノ口池は震災後貯水量が低下した。しかし5、6月の降雨によって、6月22日から田植えが行われた。災害復旧事業の対象の2区画は、作付けできなかった。水稲は19.7ha (54.0%) が作付けられ、ほぼ例年通りの作付けだったと言う。このため多くの農家は、溜池貯水量の低下を震災の影響と認識しなかった。

(2) 2年目 (1996年) の土地利用 裏作は主要作目のタマネギが1.1ha (15%) 減少し、その他馬鈴薯やキクなども減少したが、エンドウは逆に作付けが増加した。全体的には、不作付け地が前年に比して132a (6%) 増加した。表作の水稲作付け面積は95年に比べて3.1ha (16%) 減少した。これは、水稲作付け期の降水量が少なかったことと上条の井出ノ口池の著しい貯水量の低下**に原因している。大田主では、上条だけにしか水田を所有しな

** 震災後、貯水しなくなった井出ノ口池は、1996年の災害復旧事業で、下条の川池から揚水することになった。

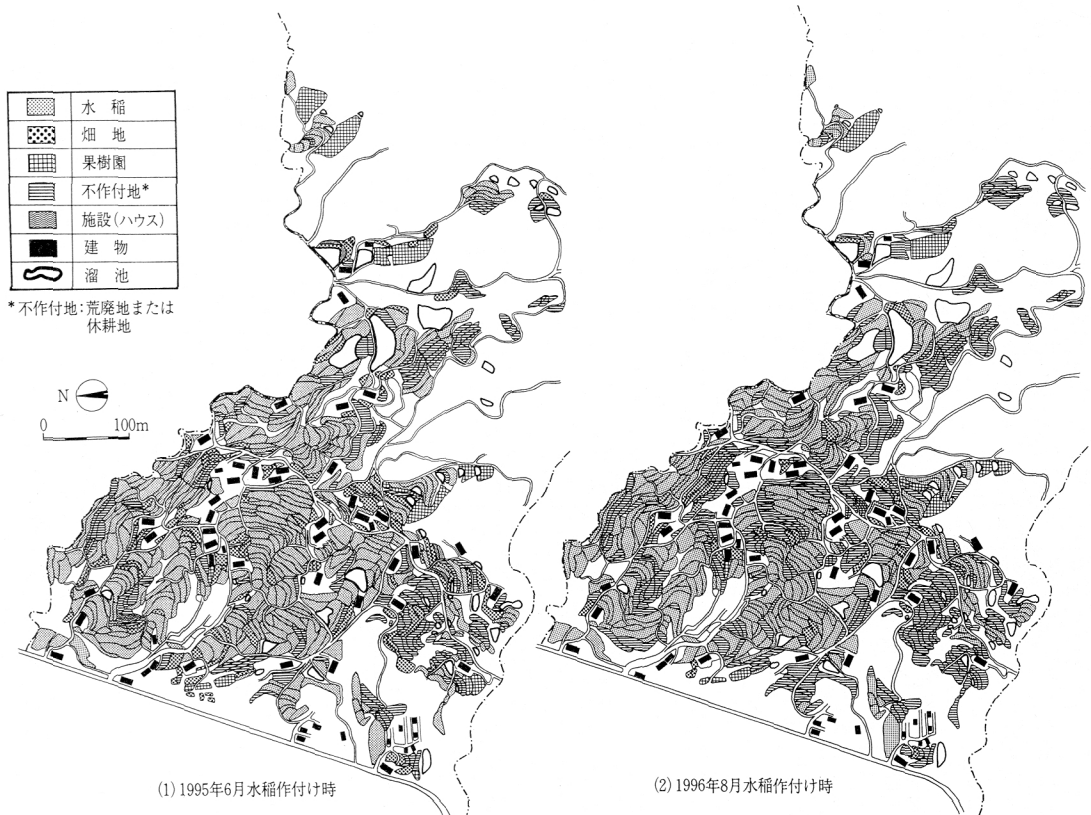


図-2 深草集落の土地利用

表-4 作付け体系と面積割合

類型	園出	深草	代表的な作付パターン
A：影響なし	178 区画 14.7ha (58.3%)	309 区画 21.8ha (59.6%)	作付けなし→水稲→作付けなし→水稲 (園出) 畑作物→水稲→畑作物→水稲 (深草)
B：一年目のみ 影響有り	20 区画 1.5ha (6.0%)	40 区画 1.3ha (3.6%)	作付けなし→作付けなし→作付けなし→水稲 (園出) 畑作物→作付けなし→畑作物→水稲 (深草)
C：二年目のみ 影響有り	59 区画 4.7ha (18.7%)	125 区画 5.6ha (15.3%)	畑作物→水稲→畑作物→作付けなし (園出) 作付けなし→水稲→作付けなし→作付けなし (深草)
D：一、二年目とも 影響有り	16 区画 1.5ha (6.0%)	35 区画 1.5ha (4.1%)	畑作物→作付けなし→畑作物→作付けなし (園出, 深草)
E：不明	51 区画 2.8ha (11.1%)	143 区画 6.4ha (17.5%)	作付けなし→作付けなし→作付けなし→作付けなし (園出, 深草)

※代表的な作付けパターンは両集落で多く見られたパターンを示した。

い6戸の農家に優先的に井出ノ口池の水を使用させることにした。しかし、田植えは行ったものの養い水を得られず、苗が枯死する区画もあった。この時期の水稲作付け率は45.7%、耕地利用率は59.2%であった。

3. 2年間の変化

両集落の作付け面積はこの2年間で大きく減少した。1995年1年間の耕地利用率は、両集落とも107.9%であったが、1996年には園出で93.2%、深草で94.9%に減じた。水稲作付けの減少は、農地被害の多かった園出集落よりも、溜池の貯水量の減少による作付け制限を行った深草集落の方が顕著であった。裏作物では両集落とも減少傾向にあったタマネギ、馬鈴薯などの重量作物が減少した。

IV. 震災の影響と作付けパターン

1. 作付けパターンにみる震災の影響

(1) 全体的傾向 震災の影響は、農地の被災による作付け困難などの直接的な影響ばかりでなく、溜池の貯水量の減少に伴う作付け制限による不作付けなど間接的なものもある。2年4期の各区画の作付け形態は、表作の水稲と裏作の組合わせでさまざまな形態をなす。作物の種類を捨象して、裏作の畑作物の作付け・不作付け、表作の水稲の作付け・不作付けの形態を考えると、以下のようにA～Eの五つに分類できる。なお、ここでは2年間の農業労働力の変化はほとんどなかった。

田面の沈下や水持ちの低下などは、畑地状態では問題にならず、水稲作付け時になって大きく影響す

る。このため、水稲作が止められた区画は震災の影響があったと考えられる。

4期の作付け状態が畑作物-水稲-畑作物-水稲、作付けなし-水稲-畑作物-水稲、作付けなし-水稲-作付けなし-水稲の区画では、震災の影響は表面化していない(A型)(ただし、代かき回数を増し、土寄せを行って作付けする場合もある)。1年目に水稲が作付けられないのは、この年に影響が現れたものであり(B型)、1年目は作付けされ次の年に作付けられないのは、2年目になって影響が現れた区画である(C型)。2年とも水稲が作付けられないのは、1年目および2年目の両年に影響が現れたものである(D型)。さらに震災当時から2年間何も作付けられない区画(E型)が存在し、以前から耕作放棄されていた区画や震災後作付けを止めた区画などが含まれる。

(2) 両集落の作付けパターン 震災の影響が見られる作付けパターンと面積割合を表-4に示した。両集落は二毛作を行っているが、耕地利用率は100%を下回り、2年間で「作付けなし-水稲-作付けなし-水稲」の形態の区画が最も多く、園出で7.5ha(29.7%)、深草で7.9ha(21.6%)を占めている。

園出集落：深草集落と比べてC型、B型、D型が多い。C型は農作業の手間の増加などによって2年目に休耕するもの、B型は災害復旧工事や農家独自の対応により震災の影響が解消されたことを示すもの、D型は震災による影響が継続していることを示すものである。B、D型が多いのは地震による直

接被害の多さを物語るものであろう。

深草集落：C型とE型が多い。C型は二年目の用水不足などによって作付けされなくなったためである。溜池だけに頼る深草集落では、地震による間接的影響が2年目になって大きく現れたのである。

2. 被災農地における作付けパターン

被災農地では、各農家はさまざまな対応をして耕作を続けている。園出集落の被災農地42区画を、災害復旧事業の対象19区画（以下、災害復旧区画）、被害が軽微であったり、申告せずに災害復旧の対象にならなかった23区画（以下、非災害復旧区画）に分けると、表-5のようになる。

A型は、非災害復旧区画で多かった。これらの区画は客土、仮畦畔の設置、土寄せ、入念な代かきなどの自力復旧¹⁾によって耕作されている。被害が大きい場合、復旧工事などにより1年目の水稲作を休耕せざるを得ず、B型になることが多い。B型は災害復旧区画だけに存在した。C型は、1年目水稲作をして「田面の不均平」「代かき時間の増加」「水持ちの悪化」などの耕作条件の悪化した区画（これは災害復旧工事の行われた区画にもあった）、1年目は影響の少ない畑作物を導入したものの耕作条件が悪いため不作付けにした区画などである。さらに、C、D型の中には2年目になって生産調整に組み込み、休耕するものもあった。D型の中には復旧工事が長引いて震災後一度も作付けしなかった区画もあった。これらの区画の中には1997年にはじめて作付けをする区画もある。

表-5 被災区画の作付け状況

類型	災害復旧区画	非災害復旧区画
A：影響なし	5区画 0.42 ha (22.1%)	16区画 1.84 ha (70.5%)
B：一年目のみ 影響有り	5区画 0.60 ha (31.6%)	なし
C：二年目のみ 影響有り	5区画 0.47 ha (24.7%)	5区画 0.45 ha (17.2%)
D：一、二年目とも 影響有り	2区画 0.27 ha (14.2%)	1区画 0.22 ha (8.4%)
E：不明	2区画 0.14 ha (7.4%)	1区画 0.10 ha (3.8%)
合計	19区画 1.90 ha (100.0%)	23区画 2.61 ha (100.0%)

3. 今後考えられる震災の影響

A型の中にも、自力復旧を行って、耕作を継続しているものもある。さらに自力復旧を継続していかなければならないと考える農家は多い。また2年目になって震災の影響で休耕したC型や、今年初めて作付けする区画では、耕地条件の悪さを危惧する農家もある。これらは震災後の農地の状況の悪さを物語っている。このような耕作に不便な状態が続けば、不作付けが増加する可能性が高いと言える。

V. 耕地条件と震災復旧への対応

1. 水利構造の違いと渇水への対応

園出集落の田主では、補助水源としての深井戸を有し、被災溜池の貯水量減少や1996年の渇水に対応した。補助水源保有型の田主では、震災や渇水などの外的環境の変化への対応を可能にしたが、溜池依存型の深草集落の田主では、渇水に対して作付け制限を含む水利用規制を強化せざるを得なかった。そこでは、渇水の影響がすぐさま水稲の作付け面積の減少として現れたのである。

2. 土地条件と作付けパターン

園出集落の園出南田主では、圃場整備で用水路をパイプライン化し、深井戸を所有したため、水利規制が緩和された。この結果、維持管理労働の省力化、裏作物への灌水や区画個別の水利用が可能になり、花卉や野菜などの作付けが行われている。

一方、深草集落では、未整備で、厳しい水利規制があるため、新たな作目が選択できず、従来からの水稲一タマネギの形態が続いている。農業就業者の高齢化などで重量作物の作付けが困難になると、他作物への転換なしに休耕されるのである。

3. 両集落の震災対応への意識

土地条件の差異が両集落の震災に対する意識の差を生んでいる。深草集落では、耕作条件が厳しいために1年目に震災の間接的な影響が表面化しなかった。しかし、表面化するとその影響は大きく、不作付け地が広がったが、その対応は一元化された大田主のもとで集落を単位に行われた。一方、園出集落では、圃場整備で水利用の個別化が進んだこと、田主ごとに水利用の形態が異なること、家屋の被害が大きかったこと、などが、各農家の被災の対応や意識に影響し、「農地まで手が廻らなかった」と同

時に「何とか自力で対応できる」という個別的対応が強まった。

VI. 今後の課題

1. 目に見えない被害の把握の必要性

既報²⁾で、目に見えない被害の存在が今後の営農に危険をおよぼすことを指摘し、継続的な調査の必要性を述べた。今回の調査集落では、一年目に表面化しなかった被害が、2年目以降に明らかになり水稲の不作付けを生じていることや、被災した農地では農家が独自の対応を行って耕作していることなどが明らかになった。これは2年間調査を行って初めて判ったことである。しかし、震災後3年目にはじめて水稲作付けを行うものもある。このような区画では、今後も継続して観察する必要がある。震災による影響の把握は、2年間の調査でも十分とは言えないのである。

2. 不作付けの増大と圃場整備の必要性

両集落では震災当時から、耕作条件の悪い区画で耕作放棄地が存在した。劣悪な耕地条件のもとでは、震災による耕作条件の一層の悪化が、耕作放棄地の拡大につながる可能性が大きい。震災後に生じた不作付け地がそのまま耕作放棄地になるか、耕作が再開されるかは、早急な災害復興と、農地の整備にかかっている。深草集落では水源の強化、水利構造の改変も含めた圃場整備を行うことが今後の重要な課題となっている。現在震災で中断していた圃場整備の話合いが再開されているが、適切な圃場整備工法、事業の選択などの情報が求められている。

本文をまとめるに当たって多くの方々に協力を得た。復興や農作業で忙しい中、アンケート調査や聞き取り調査に協力いただいた農家の方々、各集落の区長さん、さらに各種資料などを提供いただいた一

宮町建設1課・農林水産課、JA日の出一宮本所、兵庫県洲本土地改良事務所の方々に心から御礼申し上げます。最後に土地利用調査に協力いただいた信州大学農学部、香川大学農学部の専攻生に感謝いたします。

参考文献

- 1) 森下・木村・林・鈴木：淡路島・農村における住環境および生産環境の震災被害と復旧，農土誌，**65** (9)，pp. 35～42 (1997)
- 2) 森下他：阪神・淡路大震災による農業集落の被災状況とその対応，農土誌，**63** (11)，pp. 51～56 (1995)

[1997. 6. 10. 受稿]

木村 和弘



略 歴

1946年 神奈川県に生まれる
1969年 信州大学農学部森林工学科卒業
1971年 信州大学農学部助手。助教授を経て
現在 信州大学農学部 教授

森下 一男



1945年 長野県に生まれる
1970年 京都大学農学部農業工学科卒業
1972年 京都大学大学院農学研究科修士課程修了
1972年 香川大学農学部助手。助教授を経て
現在 香川大学工学部創設準備室 助教授

坂本 充



1974年 大阪府に生まれる
1996年 東京農業大学農学部農業工学科卒業
現在 信州大学大学院農学研究科修士課程在学中

鈴木 純



1963年 福島県に生まれる
1987年 信州大学農学部森林工学科卒業
1989年 千葉大学大学院園芸学研究科修士課程修了
1989年 長野県技術吏員を経て
現在 信州大学農学部助手

広域農道の地震に対する安全性と幹線交通の代替性

Safety of Road Facilities and Substitution of Wide-area Farm Road for Arterial in the Earthquake Disaster.

谷 本 岳[†] 丹 治 肇[†]
(Takeshi TANIMOTO) (Hajime TANJI)

I. はじめに

阪神・淡路大震災では幹線道路の機能喪失が、全国的に経済や社会に影響を与えた。以後災害に強い道路ネットワークづくりが全国的に求められており、一般道路でも災害時の迂回路の検討が始まっている。一方、従来から広域農道の整備効果の研究では、農業交通に対する効果が重要視されてきた。最近になって農業交通以外では地域住民の生活交通、観光交通の実態が明らかにされてきた。

通常、一般道路と農道のネットワークは別個のものとして考えられ、広域農道は国、県道等と同列に扱われない。しかし、地震等の災害発生時に道路が寸断されれば、幹線道路、広域農道の別を問わず、通行可能な道路は緊急避難的に使用されることが想定される。その場合、相互に代替路としての機能が考えられる。

今回、広域農道の災害時における幹線道路の代替機能を、地震に対する安全性と幹線交通の代替性から試算と考察を行う。

II. 地方の災害と道路

1. 阪神・淡路大震災の教訓

阪神・淡路大震災では道路網の寸断が、地域の経済や社会だけでなく全国的に影響を与えた。正司らは「交通体系は完全にライフラインとしての資格を得たといっても過言ではない。」¹⁾と道路の重要性が高いことを述べている。

地域の主要な道路が寸断した影響を、地震ではないが災害によって通行止めになった例でみてみよう。

2. 道路災害の事例と問題点

(1) 国道148号線(長野県大町市一新潟県糸魚川市)²⁾

平成7年7月11日から12日にかけて新潟、富山、長野県境の白馬連山を中心に発生した400mmを越える集中豪雨によって県境から下流までの間に22ヵ所、延長にして約3kmが被災した。被災2ヵ月後に2t車以下通行可能、被災5ヵ月後に一部信号による交互交通による全面交通止めの解消、原形復旧での工事は平成9年度の降雪期までに完成を予定している。全面交通止めによる影響の聞き取り調査では以下のような影響があった。

- ・通れなくなったことによる不自由、不安、心配といった言葉が多く、すなわち通勤、通学、通園、通院、買い物ができないこと。陸の孤島を身をもって体験したことから住民にとって生命線が絶たれるに等しい。
- ・生活できなくなったとの意見。すなわち食料品や生活用品が入らず、経済活動が停止したため、集落の半数以上が空き家状態になったこと。当地域は観光産業により成り立っていることから、お客が入らず全く収入源が絶たれたこと等、道路1本通れなくなっただけで大切な生活の糧が奪われてしまったことから、道路は生活の糧そのものである。
- ・効率的な産業、経済を支えているのが道路であるとの意見。すなわち、糸魚川市、青海町の主要な製造業にセメントがある。その輸送コストが、国道18号線を迂回することにより倍増した。長野県小谷村への生鮮食品運搬に迂回路を使うため、鮮度が落ちて値段が下落したこ

[†] 農業工学研究所農地整備部広域基盤研究室



広域農道、代替機能、道路整備効果、災害時、交通容量、道路ネットワーク、リダンダンシー

と。周辺市町村の夏の海水浴客が激減し、北陸道の利用台数が減少したこと等、被災地のみならず広域的影響が大きく、道路の破壊は大動脈を絶たれたに等しい。

(2) 国道 112 号線月山道路 (山形県朝日村大網一西川町砂子関)³⁾ 山形市を起点として鶴岡市を經由して酒田市に至る国道 112 号線において地滑り災害の復旧のため平成 8 年 6 月 11 日～6 月 15 日の延べ 5 日間 (83 時間) の全面交通規制が地域に対して大きな影響を与えた。終日通行止めになった 6 月 12 日～6 月 14 日の 3 日間の影響調査の結果は以下のようであった。

- ・全面通行止めによる経済損失は、迂回路による走行損失や、観光地の経済損失により 1 億 2,000 万円 (年換算 140 億円)。
- ・旅客輸送、貨物輸送への影響は、運行ルートの変更 (国道 47 号へ迂回) で所要時間が 20 分から 1 時間増加。
- ・観光施設への影響は、入り込み客が 4 割減少。
- ・地域生活への影響は、通勤時間が 1 時間から 2 時間 30 分に増加、救急、消防ルートが寸断、地域に多大な影響と不安を与えた。

3. 地方部における震災対策のあり方

震災対策として、交通路整備におけるリダンダンシー (冗長性) の重要性、フェールセーフな交通体系作りの必要性が言われている。都市部の幹線道路では格子状のネットワーク形成、高規格道路によるダブルネットワーク対策が考えられている⁴⁾。道路がライフラインとして重要なものになった今、都市部だけでなく地方部でも道路網の信頼性向上が問題となる。地方部は特に自動車に頼る割合が高く (交通機関別輸送人員分担率の自家用乗用車の割合が 3 大都市圏では 30.9%, それ以外では 71.0%⁵⁾)、道路が災害にあった場合に影響が大きいことから、都市部以上にリダンダンシーに考慮した整備が必要である。

III. 広域農道と一般道路の連携・調整

1. 道路事業との事業間調整

農道整備事業と一般道路事業とはそれぞれの目的と手法により道路整備を行ってきた。財政の悪化に伴う公共事業の見直し、類似事業との調整の動きか

ら、最近では効率的な事業の推進のため、道路事業と農道事業間での協議が積極的にもたれるようになり、平成 7 年度より両省間に連絡調整会議を設置するなど以下の措置を講じている⁶⁾。

(1) 都道府県における措置 両事業の効果的な投資および整備の推進に努めることを目的として、道路担当部局と農林担当部局の間に連絡・調整の場を設置するとともに、地域の幹線道路と幹線農道を対象とした地域道路整備計画図を作成する。

(2) 農林水産省、建設省における措置 両省間に「道路と農道に関する連絡調整会議」を設置し、両事業間の一層の情報交換、調整の円滑化を推進する。

2. 道路整備効果の評価と広域農道の役割

効率的な投資、整備を行う上で道路整備の必要性の根拠となる整備効果の評価が重要になっている。建設省では平成 9 年度の重点施策である道路事業の進め方の改革のなかで道路事業の客観性の向上をあげており⁷⁾、その中で費用便益分析を含めた評価指標 (案) をふまえ、新規事業の採択を行うことがうたわれている。今後農道についても同様な考え方が求められてこよう。しかし、現実の意志決定と費用便益分析の結果との間には大きなギャップがあり⁸⁾ 費用便益分析のみによる評価は現状では道路整備全体の効果に対して不十分という見解が一般的である。

従来、農道の便益は農業生産、農産物流通について受益地区の効果の視点で求められてきた。依然として農業面の効果に対するウェイトは高いが、農道は現在では農村生活環境、農村地域開発などの農業外の効果にも多くを期待されて建設されている。しかし、実際の便益計測について方法上の合意ないし承認が得られている項目は限定されている⁹⁾ ため、農業外効果の部分をカウントしていかなければ、地域の道路ネットワークで果たしている役割を過小評価されるおそれがある。農業外効果を正しく評価し、盛り込んでいく必要がある。

IV. 災害時の広域農道の代替機能

阪神・淡路大震災ではビルや家屋の倒壊による道路の閉塞と高架や橋梁の落下による道路復旧の遅れが大きな問題となった。

広域農道の路線は、農業生産性の向上や生産物流通の合理化のほか農用地開発誘発効果等をねらって、農用地を貫き自然地形に沿うように設計されている。その結果、高架や橋梁部分、盛土切土部分が少なく、密集した集落を避けていると考えられる。よって、一般道路に比べ広域農道は道路施設の被害による寸断や、家屋の倒壊による道路閉塞の可能性は低いと予想される。さらに、国県道との連続性を保ち、迂回の解消、混雑の緩和などの機能にも配慮する路線選定がなされれば、災害時に広域農道は幹線道路交通の多くを代替可能である。

広域農道の地震に対する安全性と幹線道路交通の代替性を茨城県下の広域農道の八郷地区と、幹線国道の並行路線を例に比較検討し、考察する。

1. 事例路線の概要

広域農道八郷地区は茨城県中部の笠間市、八郷町、新治村を通る全長 40.2 km の広域農道である(図-1)。受益地区は水田、普通畑、樹園地が多く基幹作物は水稻のほか栗や梨となっている。起終点で国道 50 号線、125 号線に接しており常磐自動車道

とのアクセスもよく、農業交通や地域住民の生活交通以外にも観光・ゴルフを目的とした東京・千葉方面と笠間・益子方面との相互の通過交通および農道の起終点に位置する筑波山や笠間稲荷等の観光と、沿道観光農園でのイチゴ、梨、柿狩り等、また農道建設を契機として誘致された茨城県フラワーパーク見学に利用されている⁹⁾。

2. 安全性の検討

(1) 検討方法 道路の地震被害に対する安全性指標を試作して比較を行う。構造物は耐震性を考えて設計されるので、設計をもとに考えると、被害は、地震の大きさの検討になってしまう。しかし、過去の地震被害をみると原因は特定の構造物や物件に集中している。したがって、ここでは設計ミスや施工ミスといった原因を特定せずに、リスクの高い構造物や物件を調べることで安全性が評価できると仮定する。条件として道路施設に大きな被害を及ぼすと考えられる、阪神・淡路大震災クラスの震度 7 程度の大きさの揺れを国道 6 号線と広域農道が共に受けた場合を想定する。地震による道路施設被害の要因を整理し、その要因のうち地形図上から判別できるものを評価項目に選ぶ。次に対象として広域農道と国道 6 号線を土浦北インターチェンジ付近から北の方向にそれぞれ 1 km ごとの 35 区間を選び、各項目について指標をカウントする。そして、区間内の評価項目の数を比較して、地震被害に対する安全性の検討を行う。

(2) 道路施設被害の要因と評価項目の選定 道路施設被害には、①道路施設自体の被害、②建物の倒壊など沿道、占用施設、③その他洪水や火災、車両の滞留などの交通機能障害に分けられる¹⁰⁾。道路施設自体に被害を及ぼす要因には、橋梁や盛土の被害、斜面崩壊、地盤の液状化などがあげられる。本稿で検討する路線では液状化しやすい箇所はないと判断し、地震動による被害を受けやすい箇所(橋、高架、盛土、切土、立体交差)を評価項目に選んだ。沿道、占用施設による被害では、地震動の強さ、地盤の状態の他に、道路幅員、沿道の建物の構造および階数、歩道の有無、街路樹の有無等が関連する¹¹⁾。ここでは、地域内の地盤の状態は同一と仮定し、道路幅員と道路に接する建物の戸数を評価項目に選んだ。その他の交通機能障害は省いた。

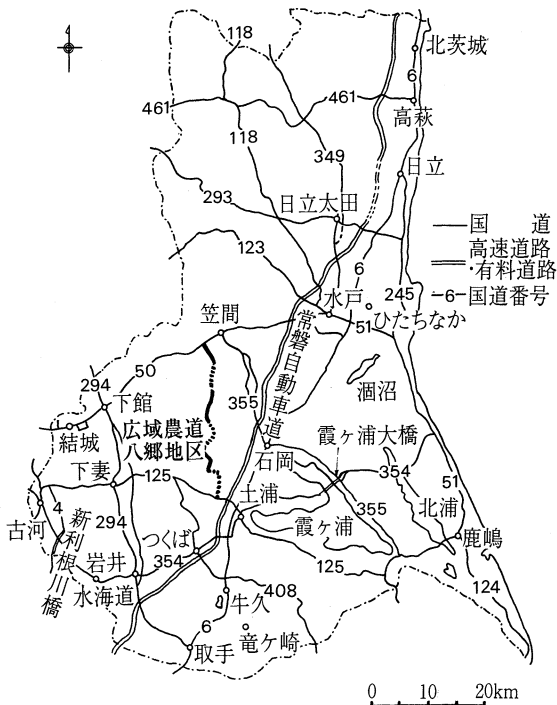


図-1 事例路線の位置

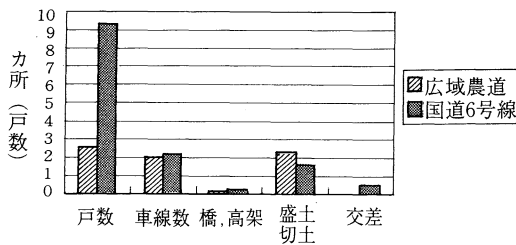


図-2 1区間平均の各評価項目の数

(3) **結果** 1区間平均の各評価項目の数を図-2に示す。道路に接する建物の戸数は石岡の市街地や美野里町の中心部を通っているため国道6号線の方が大幅に多く4倍程度になっている。車線数は国道6号線の4車線の3区間をのぞけば2車線で差はない。橋、高架部分も大差はなかった。盛土切土部分は広域農道が山間部を通っているため若干多い。立体交差部分は国道6号線だけにみられた。

(4) **比較と考察**

①道路施設自体への被害を及ぼす要因では広域農道は盛土切土部分は多いが、立体交差がない。両者の安全率を同じと仮定すると被害を受けやすい地点の合計数には大きな差はない。当初予想した農道が自然地形に沿っている特性は切土盛土からは評価できなかった。②沿道、占用施設による被害の面では国道6号線は道路に接する建物の数が多い。この点では一般道路が道路閉塞しやすい。以上の検討の結果、広域農道は国道6号線と比較して道路閉塞の可能性から地震に対し安全性が高い。

3. **代替性の検討**

(1) **代替ルートの距離と時間** 国道6号線沿いで地震被害のリスクが大きいところは市街地を通過する部分と橋梁部分である。ここでは石岡市の市街地周辺が被災し通行できないケースを仮定した。土浦水戸間の国道6号線の代替ルートには幹線道路では図-3の4ルートがあげられる。

土浦市中心部～水戸市中心部間の距離と時間を図-4に示す。国道は道路時刻表¹²⁾、広域農道は実測に基づく。

国道6号線の代替ルートとして広域農道を使うDルートは71.5kmでもっとも距離が短く、時間ではCルートの95分についてDルートが110分

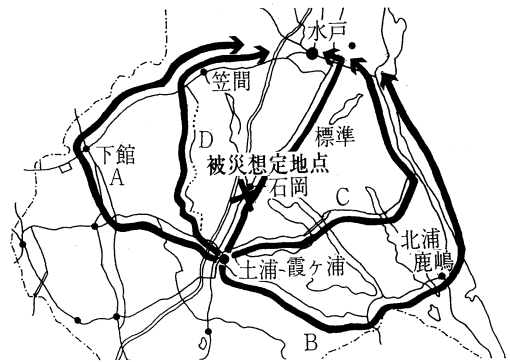


図-3 土浦水戸間のルート

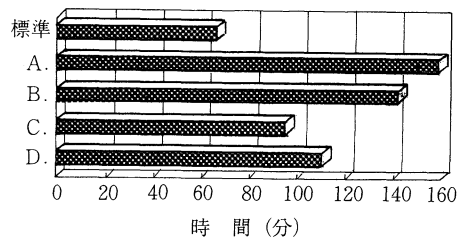
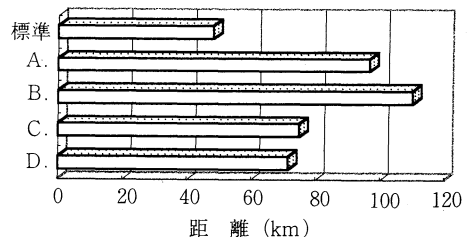


図-4 各ルートの距離と時間

と早い。

(2) **代替可能交通量の算出手順** 広域農道は農業交通を主に考えられて造られており、多量の代替交通が通ることは想定されておらず、広域農道に交通を振り替えた場合ボトルネックとなる。そこで、広域農道が通過させることができる幹線道路交通の大きさを検討する。国道6号線が土浦から水戸の区間で上下線とも完全に寸断され、広域農道は被害が少なく完全に通行可能な状態を仮定する。車両が渋滞せずスムーズに走行できる程度の水準で、広域農道が代替可能な交通量を整備レベルをもとに試算する。

①可能交通容量 まず、理想的な道路と交通の条件における交通容量である基本交通容量に対して、現実の道路条件、交通状況の影響による補正を行い、対象とする道路の実際の交通と道路の条件のもとで期待できる最大の処理能力を求める。これを可能交通容量という。

可能交通容量 (pcu/h) = 基本交通容量 × (車線幅員 × 側方余裕 × 沿道条件) … (式 1)

※ pcu : 乗用車換算台数 (passenger-car unit)

②設計交通容量 次に、道路を計画・設計する場合に用いられる交通容量である設計交通容量を求める。

設計交通容量 (pcu/h) = 可能交通容量 × 設計水準補正 … (式 2)

この設計交通容量は、可能交通容量にその道路の種類、性格、重要性に応じて定められる低減率 (0.75~1.00) を乗じて求める¹³⁾。

③設計基準交通量 道路の交通量は1日の各時間帯において人間の諸活動と連動する形で変動する。この時間変動性を考慮するために設計交通容量にピーク率を乗じて設計基準交通量を求める。

設計基準交通量 (pcu/日) = 設計交通容量 × ピーク率 … (式 3)

ピーク率は1日のうち最大時間交通量の24時間合計交通量に対する比率をいう¹⁴⁾。設計基準交通量は、道路あたり、または1車線あたりの自動車の最大許容交通量と定義され、道路の区分(種、級)ごとに示されており、この値と計画日交通量とを比べて車線数を定める数値である。

④代替可能交通量 そして設計基準交通量から広域農道の交通量を差し引き、広域農道の代替可能交通量を算出する。

代替可能交通量 (pcu/日) = 設計基準交通量 - 広域農道交通量 … (式 4)

⑤実台数への変換 最後に、代替可能交通量を実台数で表すために大型車混入による補正値を乗じて乗用車換算台数から実台数に変換する。

代替可能交通量 (台/日) = 代替可能交通量 (pcu/日) × 大型車混入による補正 … (式 5)

(3) 代替可能交通量の試算結果

①可能交通容量

基本交通容量 = 2,500 (pcu/h)

広域農道の規格3種3級(山地部)の道路条件¹⁵⁾から

車線幅員 = 0.85

側方余裕 = 0.81

沿道条件 = 0.80

を式1に代入する

$1,377 = 2,500 \times (0.85 \times 0.81 \times 0.80) \dots a.$

よって可能交通容量 = 1,377 (pcu/h)

②設計交通容量

a. より、可能交通容量 = 1,377 (pcu/h)

設計水準補正 = 0.85

を式2に代入

$1,170 = 1,377 \times 0.85 \dots b.$

よって設計交通容量 = 1,170 (pcu/h)

③設計基準交通量

b. より、設計交通容量 = 1,170 (pcu/h)

本来、設計基準交通量を求める際は3種3級の山地部の道路ではピーク率を14%にとるが、今回は国道6号線の代替交通を考えるため、代替交通の実態のピーク率に近いと考えられる全道路の平日の平均値である7.6%¹⁴⁾を使う。

ピーク率 = 7.6%

を式3に代入

$15,395 = 1,170 \times (100/7.6) \dots c.$

よって、設計基準交通量 = 15,395 (pcu/日)

④代替可能交通量

c. より、設計基準交通量 = 15,395 (pcu/日)

広域農道交通量 = 3,485 (pcu/日)⁹⁾

式4に代入

$11,910 = 15,395 - 3,485 \dots d.$

よって代替可能交通量 = 11,910 (pcu/日)

⑤実台数に換算

d. より、代替可能交通量 = 11,910 (pcu/日)

大型車混入による補正 = 0.73¹⁵⁾

ここでは山地部2車線の道路で大型車混入率15%を仮定した。

以上を式5に代入する。

$8,694 = 11,910 \times 0.73 \dots e.$

よって、代替可能交通量 = 8,694 (台/日)

以上、試算した結果から、約8,700台程度代替可能と思われる。これは、国道6号線の日平均交通量(平成6年茨城町奥の谷)は31,475台¹⁶⁾であ

ることから、広域農道により国道6号線の交通量の27.6%が代替可能と見込まれる。

V. おわりに

広域農道は幹線道路と比較して地震に対し安全性が高いと考えられる。他の一般道路と補完的に計画されれば広域農道は幹線道路の交通量をある程度代替可能である。今後災害時の代替ルートとして活用していく場合には以下の点が改善されることが望まれる。

①一般道路との連絡の改善

- ・一般道路と整合性のある案内標識の整備
- ・一般道路との取り付け部分の改良

②大型車の通行量増加に対応しうる道路構造の改善

- ・勾配や曲線部を少なくする道路の線形改良
- ・幹線国道なみの幅員の確保、道路舗装

これらは予算や制度面で難しいことは否めない。しかし、地域によっては一般道路の新規路線の建設や追加的整備より広域農道への追加的整備によって効果的な震災対策が可能になり得る。今後、道路ネットワークのなかで広域農道がさまざまな面で有効に生かされることが望まれる。

参考文献

- 1) 正司建一, 近藤勝直: 震災と交通体系, 交通学研究1995年研究年報, 日本交通学会, p. 35 (1996)
- 2) 山岸俊男: 道路は空気のようなもの—国道148号集中豪雨災害を経験して—, 道路No. 672, pp. 20~22 (1997)
- 3) 永田健, 大場郁雄, 林崎吉克: 一般国道112号線月山道路八紘沢橋地すべり災害とその対策, 道路No. 672, pp. 56~61 (1997)
- 4) 道路事業予算研究会編: 平成8年度道路関係予算ハンドブック, 大成出版社, pp. 563~578 (1997)
- 5) 藤井弥太郎, 中条潮編: 現代交通政策, 東京大学出版会, p. 146 (1992)
- 6) 川嶋久義, 太田武志: 農道整備事業の現状と課題, 農土誌64(11), pp. 1~4 (1996)
- 7) 佐藤信秋: 平成9年度の重点施策, 道路No. 674, pp. 14~18 (1997)
- 8) 奥野正寛, 篠原総一, 金本良嗣編: 交通政策の経済学, 日本経済新聞社, pp. 208~209 (1989)
- 9) 農林水産技術会議事務局編: 地域特性に対応した農村施設整備の評価手法の高度化, 農林水産技術会議事務局, pp. 99~111 (1995)
- 10) 道路ハンドブック編集委員会編: 最新道路ハンドブック, 建設産業調査会, p. 795 (1992)
- 11) 塚口博司, 小谷通泰: 地区交通と市民生活からみた阪神・淡路大震災の被災状況と今後の課題, 土木計画学会講演・要旨集18(2), p. 476 (1995)
- 12) 道路時刻表研究会編: 道路時刻表1996年版, 道路整備促進期成同盟会全国協議会, pp. 190~223 (1996)
- 13) 卷上安爾, 福本武明, 荻野正嗣共著: 道路工学, 理工図書, pp. 54~55 (1988)
- 14) 武部建一編著: 道路の計画と設計, 技術書院, pp. 27~36 (1988)
- 15) 藤田大二編著: 交通現象と交通容量, 技術書院, pp. 23~25 (1987)
- 16) 一統計資料—一般国道主要地点の交通量, 道路No. 674, p. 101 (1997)

[1997. 6. 2. 受稿]

谷本 岳



1969年 鹿児島県に生まれる
1992年 香川大学農学部農業工学科卒業
農林水産省東北農業試験場農村計画部
1995年 農林水産省東北農業試験場企画連絡室
1996年 農林水産省農業工学研究所農地整備部
現在に至る

丹治 肇



1954年 静岡県に生まれる
東京大学農学部農業工学科卒業
農林省農業土木試験場水工部
農林省農業土木試験場水利部
農業工学研究所水工部
農林水産技術会議事務局を経て
現在 農林水産省農業工学研究所農地整備部
農学博士(東京大学)

震災における公園緑地の延焼防止機能と樹勢回復

Fire Preventive Function of Parks at the Great Hanshin-Awaji
Earthquake and Recovery of Trees山本 晴彦[†] 早川 誠而[†] 鈴木 義則^{††}
(Haruhiko YAMAMOTO) (Seiji HAYAKAWA) (Yoshinori SUZUKI)

I. はじめに

1995年1月17日午前5時46分、兵庫県の淡路島北部を震源とした兵庫県南部地震が発生した。本地震は、マグニチュード7.2の都市直下型地震で、神戸市、芦屋市、西宮市、宝塚市、北淡町などで6,425名の死者が確認され、住宅等の被害は全壊110,457棟、半壊147,433棟と報告されている¹⁾。

本地震で発生した市街地火災により神戸市長田区を中心に多数の建築物が焼失したが、都市公園の緑地や建物周辺の樹木によって住宅等への延焼を防止した事例も認められた^{2)~4)}。そこで、本研究では家屋の焼失地域を調査するとともに、公園緑地に植栽されている樹木の延焼防止機能「焼け止り」についての事例調査の概要と被害樹の樹勢回復の状況について報告する。

なお、本報告は、既に発表している関連成果⁴⁾と1996年および1997年の調査結果を合せてとりまとめたものである。

II. 阪神・淡路大震災の発生時における気象的特徴

阪神・淡路大震災の地震発生前後の神戸市における気象的特徴をみるため、今回の調査対象とした菅原・御蔵地区から約3.9km、最も遠い鷹取地区では約6.3km離れている神戸海洋気象台(神戸市中央区山手2-1)における17日1時から18日24時までの気象要素の推移を図-1に示した⁵⁾。地震が発生した日時は1995年1月17日5時46分であるが、発生時刻頃の風速は5m/s以下で弱く、日中も弱風の状態であったことがわかる。18日にな

ってもこの傾向は継続したが、午後から風速が高くなり約5m/sであった。このように、地震発生以降の風速は弱風状態であったため、風による火災の拡大は抑制されたと考えられる。

神戸海洋気象台における1975年から1990年までの16年間における1月の平均風速は 3.7 ± 0.3 m/sで、1年の内で1月が最も平均風速が高い月であり、冬季に平均風速が高く夏季に低かった。さらに、風速は日中に強く夜間に弱いという傾向があった⁶⁾。このことから、地震発生以降の平均風速は平年値をやや下回る傾向にあったものと考えられた。しかし、日中においては、平均風速が5.0m/s以上の頻度もきわめて高い⁵⁾ため、地震発生時に強風に遭遇した場合には火災の拡大が懸念される。

相対湿度は、17日の日中は約50%、夜間でも約70%と低く、18日もこの傾向は継続しており、大気中の水蒸気圧が低く乾燥状態にあったため地震直後に発生した火災が鎮火しなかった原因の一つと考

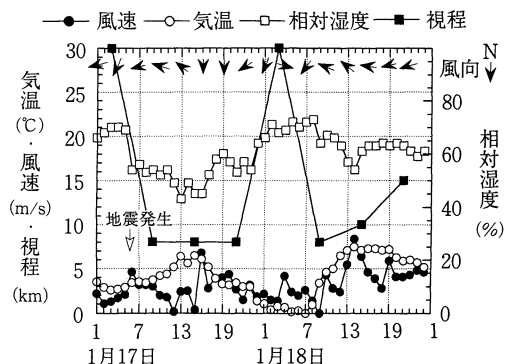


図-1 1995年1月17日から18日までの神戸海洋気象台の気象要素の推移

[†] 山口大学農学部 ^{††} 九州大学農学部



えられる。本地震による火災は地震発生直後の1時間に集中しているが、他の半数は1時間以上を経過してから断続的に発生している⁷⁾。また、火災が同時に多数発生したため、防火用水の不足・枯渇をまねき、倒壊家屋による交通遮断なども重なり、消火活動の遅れにより延焼が大きく拡大したと推論できる。

III. 神戸市長田区および須磨区における焼失地域の概要

筆者らは、神戸市長田区および須磨区一帯の地域を対象に、震災直後から焼失した地域の現地調査を行った。長田区および須磨区内では、鷹取地区（JR鷹取駅の南東部一帯および北東部一帯）、長田地区（JR新長田駅南部一帯）、菅原・御蔵地区（菅原道商店街一帯および御蔵公園周辺）、御船町四丁目地区（長田区役所南西部一帯）、久保町六丁目地区（二葉小学校北部一帯）、太田町六丁目地区（太田中学校南東部一帯）などの約6ヵ所において火災によって木造建築物を中心に家屋、工場、商店などが焼失し、焼失面積は約35haであった。

筆者らの現地調査で、長田区や須磨区内の焼失地区の中で小規模な公園緑地に植栽された樹木に火災の延焼を防止する機能が認められたので、ここでその調査事例を示す。

IV. 公園緑地に植栽された樹木の延焼防止機能

1. 菅原・御蔵地区の調査事例

図-2には菅原・御蔵地区の焼失した区域を示した。菅原・御蔵地区では震災発生直後から火災が発生し、約7.7haにわたり家屋、工場、商店などが焼失した。図中には菅原通公園の周辺部における地震火災の出火場所および延焼方向を示したが、地震直後の5時47分頃に公園の道路を隔てた南側一帯から出火し、公園の南側から西方向に延焼し、その時の延焼速度は約30m/hであった⁷⁾。

菅原通公園の植栽図を図-3に示した。菅原通公園は北西に約6m、南西に約2.8mの道路に面し、北と南東は低層住宅、東は高層住宅に囲まれた敷地面積が約1,360m²の小規模な公園である。図中に示すように常緑性高木のクスノキ、ヒイラギモクセイ

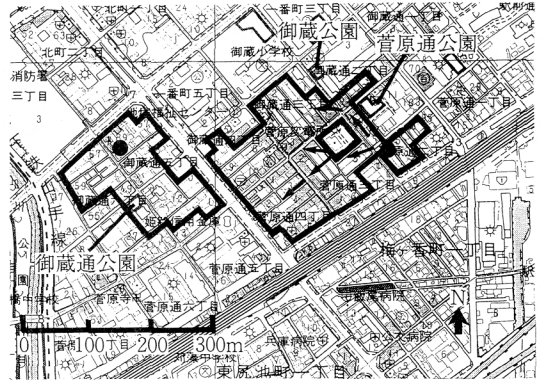


図-2 神戸市長田区の菅原・御蔵地区における焼失地区（●：出火場所、→：延焼方向）

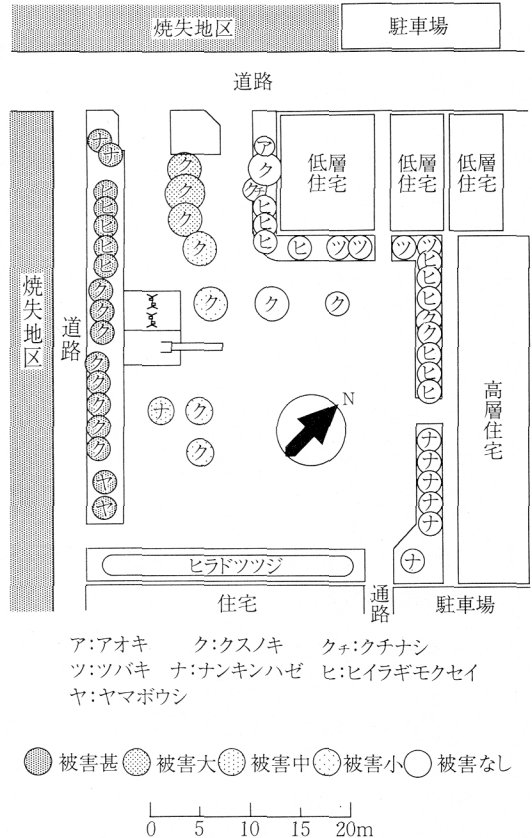


図-3 菅原通公園の平面図と植栽された樹木の燃焼状況

イ、落葉性高木のツバキ、ナンキンハゼ、常緑性低木のアオキ、ヒラドツツジが植栽されている。とくに、焼失地域に隣接した南西側道路より公園内に約8m入った箇所には、樹高9~11mのクスノキが

北西から南東方向に5本植栽されている。また、公園内には約700m²のほぼ正方形のオープンスペースが配置されている。

図-3からも明らかなように、公園南西部分の焼失地域の近くに植栽されている樹高1.5~2.5mのクスノキ、ナンキンハゼ、ヒイラギモクセイなどは焼失の程度が著しいが、公園の内部に入るにしたがって高木のクスノキの焼失程度が低くなり、焼失地域に隣接した南西側道路から約17m離れた公園のほぼ中央部に植栽されている高木のクスノキに至っては焼失した形跡は認められなかった。同様に、公園東側のナンキンハゼやヒイラギモクセイなどの樹木にも焼失した形跡は認められなかった。

以上のことから、菅原通公園では道路をはさんで焼失地域に隣接して常緑の低木のクスノキ、ヒイラギモクセイ、後背部に高木のクスノキなどが3次元的に配置されており樹冠の間隙率が低いこと、公園内のオープンスペースの配置がなければ火災が北西方向に延焼した可能性があることから、公園緑地とオープンスペースの配置により火災の延焼を防止する機能、いわゆる「焼け止り」の効果があったものと推定された。

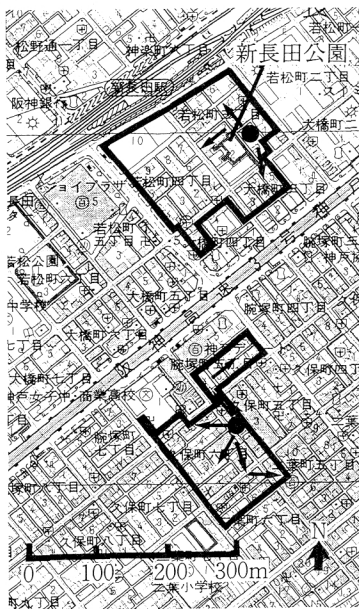


図-4 神戸市長田区の長田・久保地区における焼失地区 (●：出火場所、→：延焼方向)

2. 長田・久保地区の調査事例

長田・久保地区には、新長田公園、常盤公園、水笠西公園などの小規模な都市公園が分散して配置されている。その中でも、JR新長田駅の東側に位置する新長田公園の周辺は、商工業の低層ビル、工場や小規模な低層住宅が密集している地域である。図-4には長田・久保地区の焼失した区域を示した。長田地区および久保地区では震災発生直後から火災が発生し、約6.2haにわたり工場、低層家屋、商店などが焼失した。

新長田公園の平面図を図-5に示した。公園の面積は約1,500m²で、常緑性高木のアラカシ、クスノキ、シラカシ、落葉性高木のイチョウ、オオシマザクラ、キンモクセイ、ケヤキ、ナンキンハゼ、ヤマザクラ、低木のウバメガシ、トウネズミモチなどが植栽されている。公園内には縦33m、横22mの長方形の約720m²のオープンスペースが配置されている。また、公園の西側および南側に隣接して3階建ての鉄筋コンクリート造の工場があり、東側は約3mの道路に隣接している。

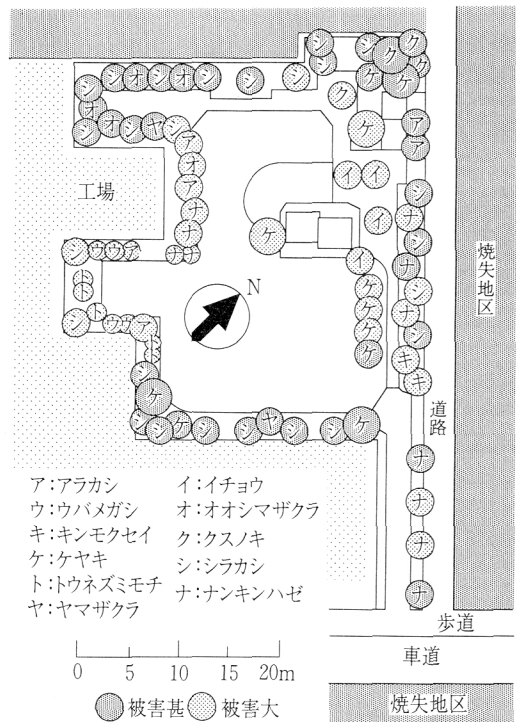


図-5 新長田公園の平面図と植栽された樹木の焼失状況

JR 新長田駅の南側一帯では、図-4に示したように地震直後の5時47分に新長田公園の道路を隔てた北東方向から出火し、公園を取り囲むように南西方向に延焼した⁷⁾。このため、公園内に植栽されていた樹木の燃焼程度は大きかった。しかし、公園の西側に植栽されていた樹木は、工場側壁が焼失を免れたため他の箇所と比べて燃焼程度はやや低い傾向にあった。このように、新長田公園の周辺地域ではほぼ全焼の状態であったため、公園内に植栽されたクスノキ、ケヤキ、シラカシ、ナンキンハゼなどの高木の植栽においても火災の延焼が防止できなかったものと考えられる。

3. 鷹取地区の調査事例

図-6には鷹取地区における焼失した区域を示した。鷹取地区は、約19.4haにわたり小規模のゴム工場、低層住宅、商店などが焼失した。図中に示したように、JR山陽本線の南側一帯では地震直後の5時47分に若松町十丁目から出火して北西および西方向に火災は拡大したが、大国公園と公園を交差する北西から南東方向に延びる7m道路で延焼は免れている⁷⁾。

大国公園の植栽図を図-7に示した。大国公園は約45m四方の正方形形状をした面積約1,900m²の小規模な公園であり、四方を約4mの道路と約1.7~3mの歩道で囲まれている。公園には、高木のクスノキ、カナリーヤシ、イチョウ、クロガネモチが植栽されており、公園内には約1,100m²のオープンスペースが配置されている。公園東側の焼失地域に隣接して植栽されている樹高8~10mのクスノキの燃焼程度は大きかったが、焼失地域から離れて植栽されているクスノキの燃焼程度は比較的低かった。

図-6からも明らかなように、大国公園の南西側一帯は家屋の焼失が認められなかった。これは、第一には住民の懸命な消火活動が行われ火災の延焼を食い止めたこと、第二には菅原通公園と同様に大国公園のクスノキなどの常緑性高木の植栽や公園内のオープンスペースにより火災の延焼を防止する機能が発揮されたことによるものと考えられる。

常盤公園はJR山陽本線の鷹取駅の北東側に位置する面積約390m²の小規模な公園である。公園内には高木ではクスノキ、ケヤキ、低木ではオトメツ

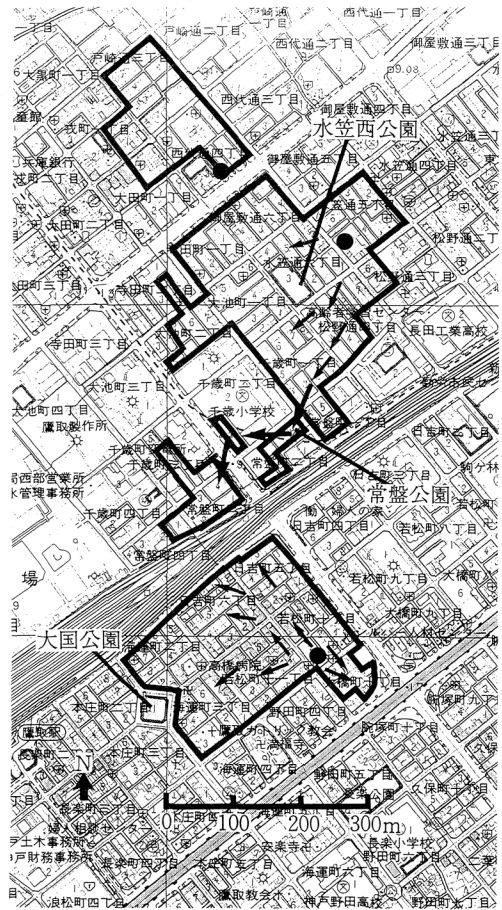


図-6 神戸市長田区・須磨区の鷹取・常盤地区における焼失地区 (●: 出火場所, →: 延焼方向)

バキ、ヒラドツツジ、スドウツツゲ、アベリア、ユキヤナギ、チョウセンレンギョウなどが植栽されている。JR鷹取駅の北東側一帯では、地震発生から約2時間が経過した9時ごろに水笠通五丁目目で火災が発生し、西および南西方向に拡大している⁷⁾。公園の北および北東側からの飛火により、公園内に植栽されている大部分の高木は燃焼の程度が大きく、さらに公園の南西方向にも火災が拡大している⁷⁾。しかし、公園北西側に位置する千歳小学校は延焼を免れており、約7mの道路をはさんで南東側に隣接した部分のクスノキやケヤキの燃焼程度は低かった。

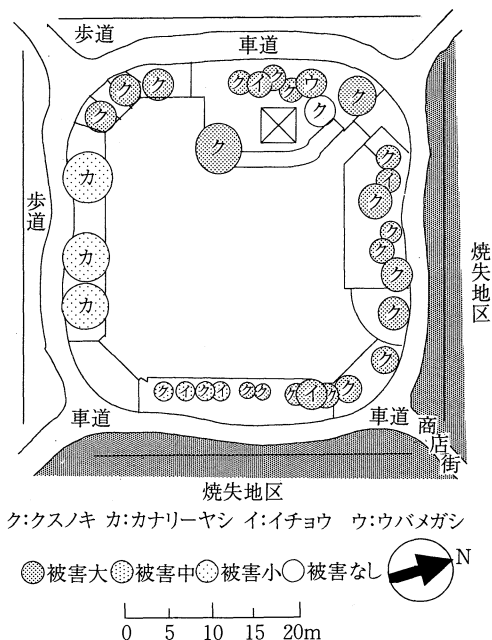


図-7 大国公園の平面図と植栽された樹木の燃焼状況

V. 公園内の植栽被災率と延焼防止機能について

筆者らの現地調査の結果から、神戸市長田区および須磨区に立地する小規模な7つの公園を対象に、公園内の植栽の被災状況と植栽の延焼防止機能を取りまとめたものが表-1である。植栽の被災率(%)は、次の式に示すように植栽されている高木の本数に占める火災により被害を受けた本数に被害程度により重みづけを行い算出した。

$$\begin{aligned} \text{植栽の被災率}(\%) = & \{ (\text{被害甚の樹木数} \times 100) \\ & + (\text{被害大の樹木数} \times 75) + (\text{被害中の樹木数} \times 50) \\ & + (\text{被害小の樹木数} \times 25) + (\text{被害なしの樹木数} \times 0) \} \\ & \div \text{全樹木数} \dots\dots\dots(1) \end{aligned}$$

現地調査を実施した中で、菅原通公園、御蔵通公園および大国公園における植栽の被災率は、それぞれ38%、10%、58%であった。この3つの公園では、公園周辺における焼失地域が図-2、図-4、図-6に示したように1~2方位のみであり、公園の周縁部に植栽されたクスノキなどの常緑性高木などが火炎を遮断することにより公園内部に植栽された樹木の被災率が低くなった。さらに、公園内に設けられたオープンスペースの存在が相乗効果となり、

表-1 公園に植栽された樹木の被災率と延焼防止機能

公園名	行政区	植栽された樹木の被災率	延焼防止機能
菅原通公園	長田区	38%	あり
御蔵通公園	長田区	10%	あり
御蔵公園	長田区	90%	なし
新長田公園	長田区	89%	なし
水笠西公園	長田区	66%	なし
大国公園	長田区	58%	あり
常盤公園	須磨区	92%	なし

後背部への延焼防止すなわち「焼け止り」の現象が発揮されたと考えられる。

しかし、御蔵公園、新長田公園、水笠西公園および常盤公園では植栽の被災率がそれぞれ90%、89%、66%、92%と高率であった。これは、上述したように3つの公園の周辺地域は、地震直後の火災により大部分が焼失しており、公園内に植栽された樹木の延焼防止機能が発揮できなかったと推察される。

岩河⁸⁾は、関東大震災において河田⁹⁾が報告した資料を整理、分析し、火災時には緑地空間が延焼遮断帯として機能し、市街地火災においては延焼の拡大を阻止すると報告している。今回の現地調査においても、地震後の火災時における公園や庭木などの植栽された樹木の延焼防止の機能が再確認された。

VI. 公園における被害樹の樹勢回復の状況

筆者らは、震災直後から調査対象とした公園において2~4ヵ月おきに被害樹木の樹勢回復の状況について調査を継続している。表-2には、本震災直後から約2年後の1997年4月までの約1年ごとの被害樹の樹勢回復の状況を示した。周辺地域からの延焼を防止した菅原通公園、御蔵通公園および大国公園のクスノキなどの常緑性高木などは、樹勢が徐々に回復していることがわかる。ただし、大国公園の高木クスノキのように8~10mの高い位置での燃焼被害が大きかった樹木では、2年を経過した後も新芽が芽生えることがなく、火災の凄まじさを示している。公園樹木の樹勢調査は、今後も継続して進める予定である。

樹木の燃焼程度の大きかった御蔵公園、新長田公園および常盤公園では、公園内に植栽されていた樹木の一部が伐採され、その跡地には仮設住宅が建設

表-2 公園に植栽された樹木の樹勢回復の状況

公園名	植栽された樹木の被災率		
	1995年3月	1996年4月	1997年4月
菅原通公園*	38%	33%	28%
御蔵通公園*	10%	0%	0%
御蔵公園*	90%	83%	76%
新長田公園*	89%	79%	72%
水笠西公園**	66%	—	—
大園公園	58%	48%	39%
常盤公園*	92%	86%	76%

* 公園内の敷地の一部に仮設住宅が建設されている。

** 被災者用の高層住宅が建設中で、植栽はすべて伐採されている。

されている。また、水笠西公園では被災者用の高層住宅が建設中であり、公園内に植栽されていた樹木はすべて伐採されている。今後、公園の再開発の際には樹木の延焼防止機能を考慮に入れた植栽計画が進められることを期待する。

VII. あとがき

以上の現地調査を総合的に解析した結果、神戸市の長田区と須磨区に立地する小規模の公園における延焼防止効果は、公園内の樹木の植栽の状況、公園周辺の火災状況や延焼方位、住民の消火活動の状況により大きく異なった。

さらに、本調査の結果では公園に植栽されている樹種間により燃焼の程度が異なっていることが明らかになった。岩河¹⁰⁾は樹葉の耐火限界について実験的解析を行っており、斎藤・岩河¹¹⁾は樹木の延焼遮断効果算出法について提案している。今後は、これらの結果を参考に、樹種間の物理的かつ化学的な耐火能力について実験により検討を進める予定である。

本研究を行うにあたって、神戸市土木局西部事務所から公園整備に関する植栽平面図のご提供をいただいた。さらに、大阪管区気象台からは気象データのご提供をいただいた。地震火災の出火場所および延焼方向は、参考文献⁷⁾に掲載されている神戸市消防局の調査資料を参考にした。また、樹木の調査に当っては、株式会社多々良造園代表取締役の多々良孝一氏のご協力を得た。公園平面図の作成に当っては、山口大学農学部農業環境学講座専攻生田畑宗徳氏のご協力を得た。ここに、厚く謝意を表します。

参 考 文 献

- 1) 自治省消防庁：朝日新聞 1996年12月27日(朝刊)，朝日新聞西部本社，(1996)
- 2) 社団法人 日本造園学会：阪神大震災調査特別委員会，阪神大震災緊急調査報告書，p. 163 (1995)
- 3) 武内和彦：自然とともに生きる都市づくり，ピオンティ，4，pp. 24～27 (1995)
- 4) 山本晴彦・早川誠而・鈴木義則：阪神・淡路大震災による神戸市長田区・須磨区における樹木の延焼防止機能の事例調査，自然災害科学，16 (1)，pp. 1～11 (1997)
- 5) 神戸海洋気象台：1995年1月17日・18日地上気象観測日表，p. 2 (1995)
- 6) 気象庁：日本気候表 その1，p. 478 (1991)
- 7) 社団法人 日本火災学会：1995年兵庫県南部地震における火災に関する調査報告書，pp. 53～126 (1996)
- 8) 岩河信文：都市における樹木の防火機能に関する研究，造園雑誌，48 (1)，pp. 26～31 (1984)
- 9) 河田 杰：避難地としての公園及広場，土木学会誌，10 (2)，pp. 403～424 (1924)
- 10) 岩河信文：樹木の防火機能に関する研究—樹葉の耐火限界—，造園雑誌，46 (5)，pp. 152～157 (1983)
- 11) 斎藤康平・岩河信文：樹木の防火機能に関する研究—樹木による延焼遮断効果算出法—，造園雑誌，46 (5)，pp. 158～163 (1983)

[1997. 5. 19. 受稿]

山本 晴彦



1957年 京都府に生まれる
1985年 山口大学農学部農学科卒
1985年 農林水産省九州農業試験場研究員
1994年 山口大学農学部助手
1995年 山口大学農学部助教授
現在に至る

早川 誠而



1944年 福岡県に生まれる
1972年 九州大学大学院農学研究科博士課程中退
1972年 九州大学農学部助手
1988年 山口大学農学部助教授
1991年 山口大学農学部教授
現在に至る

鈴木 義則



1938年 宮崎県に生まれる
1962年 九州大学大学院農学研究科修士課程修了
1962年 農林水産省九州農業試験場研究員
1973年 大阪府立大学農学部助教授
1983年 山口大学農学部教授
1992年 九州大学農学部教授
現在に至る