

内水災害に関する諸問題について

矢野 勝正・角 屋 睦

SOME PROBLEMS ON SUBMERSION DAMAGE IN LOW-LYING DISTRICTS

by Dr. Eng. Katsumasa YANO and Dr. Agr. Mutsumi KADOYA

Synopsis

The aspect of submersion damage in the low-lying districts where towns, cities and agricultural lands and so on are extended, now seems to be serious stage in Japan. In this paper, the factors which cause such disasters were discussed from engineering standpoint.

It was pointed that the three natural factors which cause the submersion disaster are the trend of concentration of heavy rain, the lower height of urban land compared with flood level and the subsidence of ground.

As the cultural factors, the historical inevitability for the development of lowland, the development of water works for the utilization of water and the prevention of flood damage, and the high growth of various industries and so on delicately influence to such disasters.

In order to find the rational approaches to prevent or mitigate such disasters, the essentiality of basic research program was emphasized and the main research subjects were shown as follows. (1) Hydrological (hydrologic-statistical) study on rainfall and flood. (2) Study on hydraulics of surface flow on lowland district. (3) Study on special sediment hydraulics. (4) Study on behaviour of ground water and its controll. (5) Synthetical study on rational approaches of prevention or mitigation for submersion damage in low-lying districts.

序 言

昭和36年6月24日より7月5日にかけて東海、近畿地方を皮切りに全国的に発生した梅雨前線豪雨災害は、本年度の災害としては9月16日の第2室戸台風災害とともに、あるいは前線性豪雨災害としては昭和28年6月下旬の西日本水害と並んで、わが国災害史上特筆されるべき大災害であつた。さらにこの災害は、単に規模の点にとどまらず、内水災害と山地崩壊災害の様相の容易ならぬことを示した点で注目されるのであつて、わが国災害対策に多くの問題点を提示したものであつた。

もとより内水に関する問題は、古くは人類が洪水に対処しはじめた頃よりの問題であり、近くは農地の排水、都市の下水問題などとして取り扱つてきた事柄であつて、なにもいまに始まつたものではない。しかしこれが対策上の問題となると、なお多くの未解決あるいは検討を要するむづかしい問題が残されているようである。

われわれはすでにこの種問題の重要性にかんがみ、大きな研究課題として取りあげてきたのであるが、ここにあらためてその諸問題の概要を述べ、大方の御教示を得たいと考える。

1. 水害の形式と内水災害

通常われわれが水害と呼んでいるものは、これをもたらし直接原因別にみると、河川洪水型、高潮・津波型および内水型に大別できるようなのである。ここに内水型とは、一般に小河川のはんらん、用水や下水の溢水、雨水や地下水による湛水などを指し、河川や海岸堤防など外壁の施設の破壊に基因する大はんらんは、とくに前2者の形式に含ませるのが通例である。現実の水害形式はこれら3形式の一部ないし全部の組合せよりなっているわけであつて、とくに内水型を伴なわない水害形式はまず稀である。

すなわち内水災害の発生ひん度は他の2形式のものに比べてきわめて高いのであつて、家屋、農工商業諸施設の損傷、所得の減少、衛生環境の悪化など民生上少なからぬ脅威を与えているわけである。

しかしいづれかといえば、このような被害は個人的なものも多く、かつ無形的な色彩のものもあつてその被害額の評価がむづかしい、あるいは評価されても、農地・農業用諸施設を除けば、これが国家財政面に対する反映度はきわめて薄い。また災害の規模・様相を示す指標ともみられる全公共施設被害額が比較的小さく、大災害とみられるものほとんどは、河川洪水ないし高潮型と同時に発生していることが多い。

このような諸般の情勢が、とかくこれまで内水災害に対する注視のそられがちであつた大きな理由であろう。本年の梅雨前線豪雨による災害は、内水災害の様相の容易ならぬことを大きく警鐘したものであつた。

2. 内水災害の自然的要素

内水災害をもたらし、ないしは助長している要素にはいろいろなものがあげられるが、まず自然的要素としては、豪雨の集中性、内水危険地帯の低地性、地盤沈下などが考えられる。

2.1 豪雨の集中性

内水災害の主大因はいうまでもなく豪雨である。本来わが国は雨の多い国であつて、大ざっぱには梅雨期、台風期の雨量がおおの1/3程度占めているようであるが、近來はこれら雨期の雨量が1度ないし2度の降雨時に集中する傾向がある。たとえば Fig. 1 はわが国年平均降水量の分布²⁾を示したものであるが、本年6月下旬豪雨²⁾は(雨量単位 mm)福島県白河285, 茨城県笠間429, 千葉県木更津367, 神奈川県横須賀407, 長野県御嶽山1,192, 恵那山930, 甲府334, 岐阜県八幡797, 三重県尾鷲1,065, 宮川1,109, 大阪府箕面508, 兵庫県六甲565とその地方における年雨量の1/3-1/5程度の雨量が集中している。昭和28年6月の西日本水害³⁾では北九州一

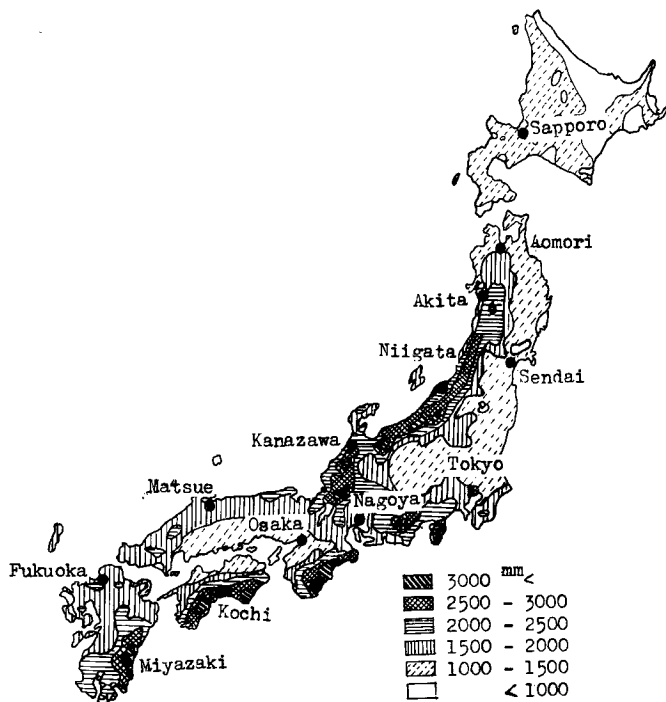


Fig. 1 Distribution of the amount of year precipitaton

円に400~800, 昭和32年7月の諫早水害⁴⁾では長崎県島原765, 大村730, 諫早587, 福岡380とこれらも大約1/3~1/5程度の比率を示しており, その他各地で内水大はんらんをみるときの雨量もほぼこれらと同程度のようなのである。

内水災害の常習地帯では, 上例ほどの大雨量でなくとも災害を受けているのであるが, 近年のように, 豪雨の集中的傾向が内水災害を助長している大きな因子であることはいふまでもない。

2.2 洪水と低地性

内水災害の危険地帯としては, いわゆる0m地帯のほか, 河川沿いの低地帯があげられる。わが国の災害危険地帯の分布図として建設省国土地理院が纏めた有用な資料⁵⁾があるが, これを引用した Fig. 2 におい

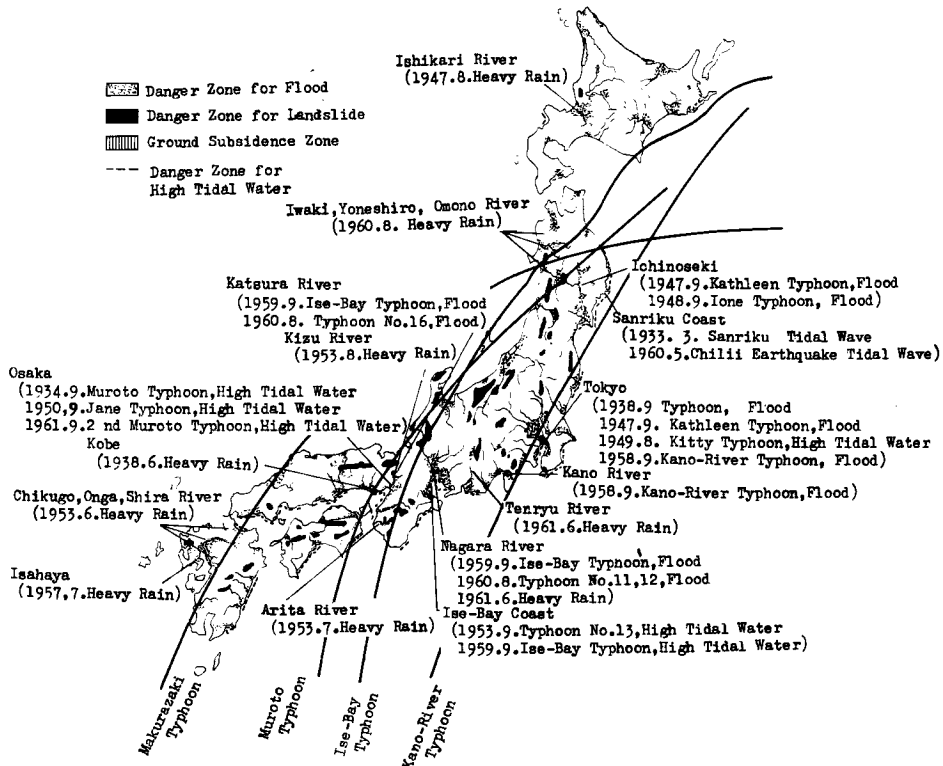


Fig. 2 Danger zone for flood damage

て, 洪水危険地帯として点描された地域がそのまま内水災害の危険地帯になるわけである。

低地とも呼ばれるべきこの地帯では, 土地標高が高水時の河川水位より低く, 少なくとも高水位の続く間には, 機械排水によらない限り地区内悪水の排除ができない。

河川最下流部に発達した都市地帯を除けば, この低地帯のほとんどは農地, 村落よりなっている。このような地域では, 村落は低地帯の中でも比較的高位部に形成されていることが多く, また農地は一時的に多少洪水しても農作物の生産にはそれほど支障はないとされている。したがって河川高水位の継続時間が短かければとくに内水を意とすることはないが, 高水位継続時間が長く, 過度の浸水・洪水をみるようになれば問題である。

ところが近年の豪雨は各所に山地崩壊をもたらし, これが漸次運搬され, 河床上昇の傾向を示す河川が少

なくない。全国各地にみられる天井川の発達など、この辺の消息を有力に物語るものである。このような河床上昇の傾向は、豪雨の集中的傾向、後述河川事業の進展などと相まって、河川高水位の上昇、継続時間長大化の傾向となつて表われ、あるいは河川堤防の漏水、地下水位の上昇などを付随して内水災害を助長する因子となつている。

2.3 地盤沈下

一方河川最下流部、海岸地帯に発達した都市、工業地帯、農地などでは地盤沈下の顕著なところが少なくない。東京、大阪、名古屋周辺あるいは新潟などその代表例であるが、東海より南海、瀬戸内、四国地方にかけての大平洋岸各地にも数多くの例がみられる。東京、大阪、新潟など工業地帯における被圧地下水の過剰利用⁶⁻⁸⁾によるようなものについては後で述べるつもりであるが、上述太平洋岸各地にみられる地盤沈下は、地震による地殻変動によるものようである^{6),9)}。

たとえば伊勢湾台風により大災害を受けた名古屋周辺にはいわゆる 0m 地帯が 185 km² もあるといわれるが⁵⁾、この地域は明治24年濃尾地震の際 8~20 cm 程度の沈下があり¹⁰⁾、さらに昭和19年12月東海地震、昭和20年1月三河地震によつて 1m にもおよぶ沈下を示しているところがある。Fig.3 はその概要を示したもので⁹⁾、沈下量は負号を省略してある。こうした地盤沈下は低地帯の排水条件をさらに悪化するわけであつて、内水災害をもたらす、あるいは助長する大きな要素の一つである。

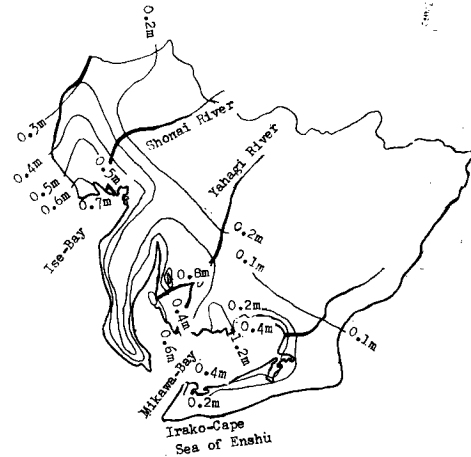


Fig. 3 Ground fluctuation caused by Tokai and Mikawa Earthquakes in Aichi Prefecture

3. 内水災害の社会的要素

3.1 低地帯の開発

内水災害が発生するのは、その危険性の大きい低地帯に人家、工場、農地があり、人が生計の場としているからである。しかしこうした低地帯が開発されてきた史的過程を考えると、これが人類文化の発達過程と密接な関連をもっていることを見逃すことができない。

有史前の日本原住民は魚介、鳥獣を食料とするため、その多くは河川沿岸、海岸地帯に生活していたことは数多くの考古学史料の教えるところである。これが時代の変遷とともに、平地林野の焼畑に始まる粗放農業より、水田造成の技術的展開による稲作中心の農業に移行してきた。こうした水田中心の農業は、水利に恵まれた河川中・下流部に発達してきたことはいふまでもない。さらに見落すことのできないことは、このような稲作農業は、食料確保の基本的手段であるとともに、当時の権力者の経済的、財政的基盤として発展してきたことである。すなわち貯水池、水路、頭首工など農業水利事業の展開とともに、新規の水田開発は当時の権力者の最も力を注ぐところであつて、米の収量増加のためにはいかなる犠牲も惜まず、水の便のある限り水田が開発されてきたのであつた。河川沿いの低平地、河川下流部の扇状地、あるいは遠浅海面は、このようにしてまず農地として開発されてきたのである。Fig. 4 はその1例として木曽川下流の開発状況、とくに海面の干陸化の進展を示したものであつて¹¹⁾、伊勢湾台風による浸水区域が往古の海面地域であつたことが注目される。さらに労働生産性の低いことをあえていわない農民の農業、農地に対する根強い思想が、このような歴史過程の所産であることも必ずしも否定できない。このような農地造成事業は、その後の幾多の史的環境の変遷にともなう若干の盛衰があつても、いまなお継続されているわけである。

また河川の治水事業は、当初上述のような歴史的背景のもとに、農地・村落の保護に重点がおかれてきた

Table 2 Rise and fall of the area of agricultural land in Tokyo and Osaka Prefecture (1895-1955)

Year	Tokyo Prefecture			Osaka Prefecture		
	Rice field (ha)	Farm (ha)	Total (ha)	Rice field (ha)	Farm (ha)	Total (ha)
1895	17,912	41,793	59,706	53,910	17,063	70,974
1898	17,514	42,894	60,408	53,676	16,993	70,669
1907	17,249	41,592	58,841	54,419	15,481	69,900
1920	14,832	44,364	59,196	53,789	12,412	66,201
1925	12,639	41,518	54,157	51,793	11,558	63,350
1930	10,743	39,817	50,561	49,847	10,702	60,549
1936	10,187	39,233	49,419	46,772	10,513	57,285
1940	8,509	34,667	43,176	43,769	9,867	53,636
1950	7,249	28,494	35,743	33,473	4,285	39,758
1955	7,146	27,402	34,548	31,803	4,623	36,426

たとはいえないことである。若干の浸水が許容され、ときには過剰湛水の可能性すらあつた農地の排水系統に考慮が払われず、ただ時代の波のまぎ、無計画に市街地化されてきたところが少なくない。さらに本来の農地の用・排水路が無意識的に中断、消失されていつた例すら見受けられるのであつて、人口動態の激しいところでは、このようななりゆきを知らずに居住する人も少なくないはずである。

以上のように内水災害の可能性の大きい低地帯に農村、都市が発展してきた過程には歴史的な必然性が見受けられるのであつて、必ずしも居住者にその責を転嫁するわけにはいかない。狭小な国土にちよう密な人口をようするわが国の現状では、むろん低地帯の全面的な放棄は全然考えられないはずである。ただ近年のように、これら低地帯の人口、資産増加の傾向は、内水災害を助長する大きな因子でもあつて、憂慮すべきことである。ときには低地帯の市街地化の規制という行政的善処をも含めて、こうした地帯の内水対策は緊急を要する問題であり、合理的な対策が要求されるのである。

3.2 利水問題と内水

内水災害をもたらし、助長する因子として低地帯の地盤沈下の問題があることはさきに触れた。地盤沈下の原因としては、地震によるいわゆる地殻変動のほかに、被圧地下水の過剰揚水が指摘され、東京、大阪、

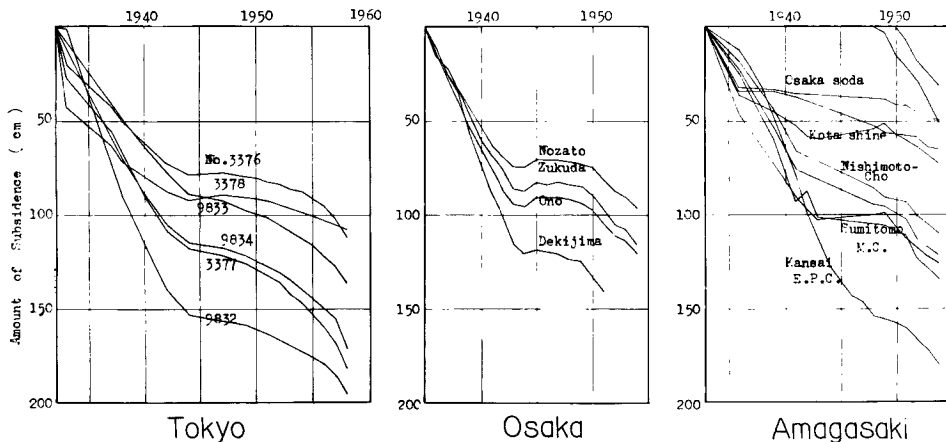


Fig. 5 Remarkable examples of ground subsidence

尼崎などの工業地帯ではこの方ははるかに大きな要素となつてゐることが知られている。Fig. 5 はその状況を示したものである¹³⁾。また新潟では、ガス採取にともなう地下水の汲上げが、地盤沈下の主因とされていること周知のとおりである。さらに程度の差こそあれこうした例は全国各地にみられるのであつて Fig. 6 はこれら問題地の分布¹³⁾を示したものである。

さてこの種の問題は多量の用水を必要とする工業地帯の共通したものであるが、いかに近年の産業の進展度に著しいものがあるとはいえ、地下水以外に多量の用水が安価に入手できたとすれば、おそらく今日ほど大きな問題とならなかつたであろう。水価は必ずしも安価でない

かも知れないが、工業用水道の整備と地下水利用の規制に踏み切り、漸次効果を収めつつあるといわれる川崎、尼崎などその好例といえよう。

むろん地下水の利用は工業地帯のみに限らないのであつて、量的にはこれらに比しわずかであるとはいえ、農業用水の問題も無視し得ない。たとえば名古屋周辺、とくに海部郡一帯は伊勢湾台風により大被害のあつた地帯であつて、以来内水排除対策に大きな関心が持たれているようであるが、用排水系統が非常に複雑で問題の多い地帯である。この地域は用水系統内の水配分組織の非近代性のため、下流区域では用水が十分でないところがあり、また一部日光川の悪水利用区域や鍋田川の逆潮利用区域があるが、水質、塩水遡上、地盤沈下などの点でうまくいかなつてきている。そして結局は地下水利用に切りかえてきている所が少なくない。さらに海岸地帯では塩害常習地帯が 580 ha もあるが、これが除塩のため用水補給が非常に大きな問題であつて、結局地下水利用が増加しつつあるようである。いまのところ、これが直接的な地盤沈下の

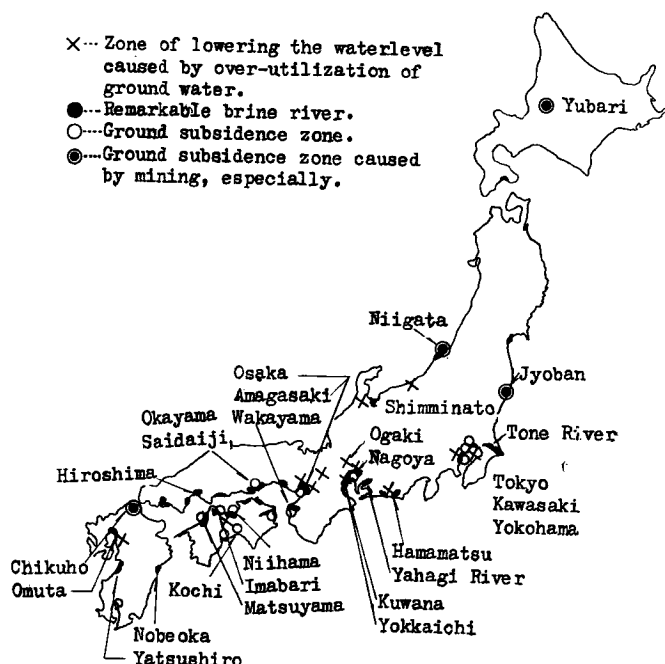


Fig. 6 Distribution of ground subsidence and so on

Table 3 Irrigation area used the ground water in Japan (1960)

Location (Prefecture)	Irrigation area utilized the ground water (ha)	Irrigation area utilized the deep well, in left column (ha)
Aichi	33,832	31,646
Gifu	25,980	20,713
Fukushima	20,356	2,546
Akita	16,381	8,236
Shiga	10,985	6,957
Gunma	9,061	39
Tochigi	7,964	360

原因とは考えられていないようであるが、Table 3 に示すように¹⁾、とくに愛知、岐阜県下では深井戸利用が多いのが注目される。

用水問題が排水対策と表裏一体に考えられるべきことは、何も地下水利用に限らないのであつて、たとえば全国各地に散見する排水不良湿地地帯では、総体的に用水不足が排水改良をはばんでいる所が少なくない。そしてこの種の排水改良計画が用水計画と同時に立案されるべきことは、農業土木技術者にとつては常識であり、農林省の指導方針も同じはずである。

以上のように、結局のところ内水問題は利水問題と切りはなして考えがたいことが多いのであつて、内水対策上これらのことは十分考慮されなければならない。

3.3 河川事業と内水

治水事業はいうまでもなく河川のはんらんを防止することによつて、堤内地における住民の生活・財産を守り、産業経済の発達に寄与しようとするものである。これがためこれまで流出した洪水を停滞させることなく安全に流下させるよう、河道の整備、堤防のかさあげ強化など、いわゆる河川改修事業が強力に推進され、着々成果を示してきたこと周知のとおりである。

しかし狭小な国土にちゆう密な人口をようするわが国の場合、すべての洪水を安全に流下させるよう、河道を拡巾し、大規模な放水路を開削などの工事は、用地や財政面で多くの困難があり、堤防のかさあげにもまたおのずと限度がある。一方戦後の産業の飛躍的な発展は、電力その他各種用水の需要増加をもたらし、水資源開発の重要性が強く認識されるようになった。

このような情勢の変化は、必然的に、これまでの河川改修のみで処理しがたい洪水の一部を洪水調節ダムに依存する方式、電力その他各種用水ダムの開発、あるいはこれらを兼用する多目的ダム方式をもたらし、同時に砂防ダムの増設、取水施設の合口ないし永久構造物への改変など、河水の統制、利用に画期的な進展がみられるようになった。

しかしこうした第一線の防災事業ないし利水事業の進展は、必ずしも内水問題と無関係ではあり得ず、その間に微妙な問題を提起しているようである。このような事例としては、これまでのところ農業水利との問題が大部分を占めているようであるが、間接的に内水問題に関連する利水問題をも含めて、その概要を述べるとつぎのようである。

河川改修の進展は洪水の疎通能力を増加することになるが、このため改修前には、洪水ピーク到達前に自然排水ないし低能力の排水機で地区内水の大部分を十分排除し得たところが、改修後洪水ピークの到達が速くなり、地区内水の排除が遅れ、浸水深や浸水面積が増加することになる。

取水ダムをも含めた大小各種のダムの開発は、河川の砂礫の移動を制御することになり、山地崩壊の多発とあいまって上流部にはいわゆる *back sand* 現象、これにともなう水位の上昇がみられるようになり、これがため浸水深、浸水面積、浸水時間、漏水などの増加をもたらしている。また平時でも地下水位の上昇のため湿地化したり、多少の降雨でもすぐ浸水するなどの内水障害がみられる。

一方ダムの下流部では河床低下のため取水困難となつた事例が多く、捷水路工事にもとづく河床変動のため、同様な障害のでた例も見受けられる。なお直接的な河川事業とはいえないが、無計画な砂利採取のため河床が低下し、取水障害をおこした例も少なくないようである。

あるいはまた洪水調節の結果、下流側のピーク水位の低下はあつても、高水位の継続時間が長くなり、自然排水や低能力の排水機では間に合わなくなつた例もみられる。

Table 4 は上述のような問題について、農林省で調査した顕著な事例¹⁴⁾を示したものである。これらは産業の発展、民生の安定のための第一線の事業の犠牲例として注目されるものである。

3.4 産業の発展と内水

前項までに述べてきた内水に関する諸要素は、いずれも産業の発展と密接な関連のあるものであつたが、ここではその他に残された 2,3 の要素を補足的に述べる。

Table 4 Examples of obstruction for agricultural land caused by river works

River works	Change of river regime	Obstruction	Name of river (Prefecture)	Obstructed area of agr. land (ha)
Dam	Rise of river bed (upstream)	Drainage defect Submersion damage Variation of ground water-level	Tenryu (Nagano) Shigenobu (Ehime) Oyodo (Miyazaki)	236 1,469 541
	Fall of river bed	Difficulties for water-intake	Aya (Kagawa) Kiso (Aichi) Tenry (Shizuoka) Sagami (Kanagawa) Ibo (Hyogo) Yamato (Osaka) Mononobe (Kochi) Uji (Kyoto) Shigenobu*	1,511 22,736 9,305 714 530 100 3,339
	Variation of water-level		Shigeno (Niigata) Tenry* Sagami*	23,512
	Fall of river-discharge		Tama (Tokyo) Kando (Shimane) Muromi (Fukuoka) Jyoganji (Toyama) Ibo*	2,172 1,585 1,603
	Fall of water temperature	Cold-water damage	Sarugaishi (Iwate)	6,357
Short cut of channel	Vanish of channel	Drainage defect	Iwaki (Aomori) Eai (Miyagi) Tsurunuma (Fukushima)	3,990 302 1,218
Change of river-basin	Fall of river bed	Difficulties for water-intake	Mogami (Yamagata)	4,855
	Fall of river-discharge		Aya (Miyagi)	405
Regulation of river regime	Fall of water-level		Fuefuki (Yamanashi) Yamato (Nara) Mino (Hyogo) Ibi (Gifu) Sendai (Tottri) Toyo (Aichi) Kamikatsura (Kyoto)	935 750 1,000 4,810 1,603 2,108 1,517
Retarding basin	Arable inundation	Submersion damage	Chikugo (Fukuoka)	565
Gravel picking	Fall of river bed	Difficulties for water-intake	Shima (Hokkaido) Tama*	1,835
Iron sand picking	Variation of river bed		Hakuta (Shimane) Hii (Shimane)	653
Basin denudation	Sand transportation	Burying of arable land	Kurobe (Toyama) Ishi (Osaka)	4,000

* shown the repetition example.

近年の国民経済の飛躍的な進歩にはかつ目すべきものがあつて、これに対し交通行政の遅れがしばしば論議されてきたが、最近ようやく道路の拡張整備、高速道路の建設、鉄道新幹線の開発が強力に推進されつつあること周知のとおりである。

しかしこれまた内水対策上微妙な問題を提起しているようである。すなわちこれら新路線は山地、河川を横断し、村落、農地を縫っているわけであるが、とくに河川付近の村落を横断する形式には築堤方式をとる

ものが多く、ときには輪中の地域を構成させることもありうる。

むろん当局においては、こうした地域の内水問題については万全の策をこうじ、あるいは多額の補償費を余儀なくされているようであるが、なお避越橋その他内水対策上の問題を提起している。たとえばこうした問題解決のため、農林省でとり上げている関係面積は **Table 5** のようである。

このほか 3.2 で述べたような、間接的に内水問題に関連する要素として、河川、湖沼など公共水域の水質汚濁の問題がある。これは古く明治年間よりあつた問題ではあるが、とくに戦後の飛躍的な社会経済の推移が、これを再び問題化させているようである。これらはせん維工業、化学工業、金属加工業、鋁業、さらに都市の下水処理の不備などに基因するものであつて、たとえば農地の場合、その被害面積は **Table 6** に示すように急増している¹⁵⁾。また上水道の場合、その数字は明らかではないが、淀川、遠賀川など20数河川で取水上の問題が出ているようである。

以上のほか産業の進展にともなう直接的あるいは間接的な要素、紛争事例も見受けられるようであるが、要は内水問題は単純なものではなく、内水対策上考慮されるべき問題が少なくないということである。

4. 内水対策の意義

前節において、内水災害をもたらすあるいは助長する要素を分析的に述べたが、結局のところ、内水災害は時代の進展による必然的な要素を多分に含んでいるということであつた。そしてとくに近年はほとんど毎年のように、各地でこの種の災害が発生しているのであつて、しかもその様相はいよいよ深刻の度を加えているわけである。

あいつぐ内水災害によつて、下水計画の再検討を余儀なくされている都市は少なくない。これら都市の関係面積はいまのところ数字的には明らかではないが、いわゆる 0m 地帯を 36km² もかかえる東京、185km² にもおよぶといわれる名古屋周辺、とくに地盤沈下のため市内の 1/3 はこうした危険性をもつといわれる大阪などは広大な地域の主要例であろう。このほか河川、海岸沿いにある大部分の都市ではこれが対策に苦心しているようである。

ところが **Fig. 2** より類推されるように、こうした内水対策を渴望する地区、面積は、都市に比べて農村の方がはるかに多い。しかも近年の農村における内水対策のもつ意義は、住宅都市のそれとはいく分異なつた意味で、重要かつ深刻なものとなつているようである。いま少しこれを考えてみよう。

古来変転きわまりない歴史の中にあつて、農民は当時の権力者の意のままに低地帯を開拓し、食料の増産に従事してきた。むろんその時代の情勢により苦干の差異はあるが、このような状態は少なくともごく近年まで続いてきたはずである。その間において、強いて農村好景気時代がありとすれば、戦後の極端な食料不足の時代数年間だけであり、大部分の農民は、ほとんど全期間、あえて過酷な労働生産性、貧困を余儀なくされていたことは周知のとおりである。

ところで近年の耕種技術の改良、水利事業の進展による食料生産の増加には注目すべきものがあり、昭和30年以来連年豊作、すなわちいまやこの高水準が安定した平年作とみられるほどになつた。たとえば、

Table 5 Area of agricultural land obstructed with new traffic line plan

Location (Prefecture)	New high way		New rail way	
	Number of location	Area (ha)	Number of location	Area (ha)
Kanazawa	0	0		
Shizyoka	0	0	7	618
Aichi				
Gifu	1	275	4	780
Shiga	3	1,239	7	478
Kyoto				
Osaka	6	817	3	1,232

Table 6 Area of agricultural land damaged by dirty water

Year	Number of location	Area (ha)
1950	241	37,143
1954	297	85,177
1958	304	99,165

Table 7 Development of rice product in Japan

Year	Area ratio	Total yield	Yield per unit area
1883 - 1892	100.0	100.0	100.0
1893 - 1902	103.6	109.6	106.3
1903 - 1912	107.1	131.9	123.6
1913 - 1922	111.7	154.3	138.7
1923 - 1932	115.5	160.3	139.4
1933 - 1942	115.3	171.1	149.1
1943 - 1947	107.8	153.7	143.1
1948 - 1952	109.5	173.6	159.2
1953 - 1957	113.8	187.7	165.1
1955 - 1959	116.6	208.7	179.1

Table 7 にみられるように¹⁶⁾、明治16～25年頃に比べ最近の反当収量は実に79%増となつている。こうした食料増産は、戦後の食生活の変化や世界的な食料過剰の影響もあつて、今日のように食料需給関係を著しく緩和し、民生の安定に大きな役割を果たしたのであつた。

一方この間における産業の進展は目ざましく、国民所得も漸次増加の傾向を示しているにもかかわらず、依然として農業の労働生産性は低く、経済の自由化を前に、現行の食料生産機構の貧困がようやく真剣に論議されるようになってきた。そして昭和35年、農業を純企業的になりたつよう、農業の機械化、有畜多角化を推進し、農業人口を削減して生産性の向上をはかろうとする農業基本法が制定されるに至つた。むろんこれは国民所得の倍増、国民生活の向上を目途とする政策の一環であり、これによつて職業別、地域別所得較差が是正されるとすれば、まさに画期的な進歩といいうるであろう。

しかしこのような思想の下に制定された農業基本法も、さて推進の段になればなお問題が多い。何はさておき、こうした農業経営体制を整えるにはまずその基盤整備が第1の条件となる。このような農業経営は、農地の輪作、多毛作、機械化などを可能ならしめるための農地の用排水組織の整備、湿田の乾田化、区画整備などの前提条件が満足されてはじめて可能となるのであつて、これらが合理的に整備されない限りその成果を期待するものではない。

いまこのような改良事業が要求される農地面積のうち、直接ないし間接的に内水問題に関連するものを示すと **Table 8** のようである。すなわち水田で排水改良を必要とするのは約92万 ha、用水改良も含めると実に213万 ha となつて、わが国水田面積の%も占めている。過去の土地改良事業成果の実績によれば、排水改良 499kg/ha、用水改良 378kg/ha の増収となつており、この割合でいけば実に年々700億円の増収となり、畑を含めば優に1千億円もの増収となる。むろんこのような改良事業は単に収入増加より、労働生産性の向上、農業経営の近代化に大きな意義が認められるのであつて、いまや内水諸問題の対策は、とくに農業にとつては緊急を要する重要な課題といふことができる。

5. 内水災害防止軽減上の諸課題

内水対策を具体的に行なうには、それぞれの地域によつて特別に考慮されるべき問題も少なくない。基本的にはすでに述べた内水災害に関する諸要素より十分類推されるはずであり、また産業経済の発展につれ、ときには技術的問題のほか、行政的な規制ないし指導にゆだねられるべき問題も多いことであろう。

内水対策上の技術的な諸問題については、これまで多年、多くの人々によつて取り扱われ、また個々の場合に依つて特別に創意工夫がなされてきたはずであつて、おそらく基本方針については過去の経験、考え方が有用に踏襲されることであろう。ただこれを合理的に行なうという点よりみれば、なお不十分ないし検討を要する問題、ときには現今の段階では未解明の問題も少なくない。いまこれらを研究対象ないし方法論的

Table 8 Area of agricultural land required for the melioration in Japan (1960)

Location (Prefecture)	Rice field (ha)			Farm (ha)			
	Drainage	Under drainage	Irrigation	Drainage	Under drainage	Irrigation	Change to rice field
Hokkaido	45,880	46,110	119,065	78,039	127,246	2,481	47,349
Aomori	22,631	10,717	39,526	—	65	382	9,847
Iwate	23,870	10,197	18,631	119	80	29,930	5,542
Miyagi	24,390	6,719	29,110	1,114	2	1,408	1,166
Akita	26,766	18,267	39,567	427		2,384	1,378
Yamagata	16,493	24,952	72,265	602	34	3,410	2,351
Fukushima	9,902	8,883	44,229	510	35	2,452	3,090
Ibaraki	24,264	13,342	37,135	1,350	111	24,359	973
Tochigi	16,116	11,364	42,072	259	17	14,997	15,392
Gunma	1,583	838	8,862	164	155	8,665	6,957
Saitama	12,440	11,014	17,739	3,436	38	4,684	4,462
Chiba	32,318	7,004	25,210	781	10	21,720	398
Tokyo	215	148	2,372	574		1,148	6
Kanagawa	3,245	2,697	7,357	80		1,911	88
Yamanashi	1,921	453	6,540	341	62	4,406	749
Nagano	7,215	3,430	33,251	2,624	265	12,244	6,960
Shizuoka	17,632	1,343	16,559	4,530	120	6,040	3,365
Niigata	47,316	36,321	38,356	302	190	1,061	3,290
Toyama	28,673	10,825	34,462	150		502	348
Ishikawa	6,141	4,422	20,488	9	2	1,068	738
Fukui	17,488	600	14,396	53	1	510	777
Gifu	13,716	886	33,288	1,482	3	549	1,994
Aichi	11,745	1,993	28,992	1,021	69	7,511	1,225
Mie	20,899	906	25,267	2,497	15	3,192	244
Shiga	20,943	2,273	20,408	195		516	397
Kyoto	4,342	1,111	14,670	415	7	638	552
Osaka	8,480	186	12,184	129	6	367	55
Hyogo	11,595	1,969	44,332	200	22	698	597
Nara	2,076	1,248	12,805	22	11	566	19
Wakayama	3,087	184	9,977	212	5	4,045	248
Tottori	2,906	4,649	12,585	1,549		3,319	185
Shimane	4,935	7,552	17,826	298	9	1,572	136
Okayama	14,449	5,382	35,816	93	7	4,147	1,025
Hiroshima	7,889	4,951	18,314	689		3,549	219
Yamaguchi	7,151	1,768	19,822	258		832	101
Tokushima	6,151	209	14,048	875	13	4,954	1,829
Kagawa	4,120	616	37,335	102	11	3,939	331
Ehime	5,685	1,847	26,819	1,021	2	7,873	1,011
Kochi	3,755	426	12,629	5		531	412
Fukuoka	16,751	3,411	53,666	113		3,132	679
Saga	11,102	3,657	28,595		6	853	124
Nagasaki	1,771	1,438	10,529	67	5	4,993	2,198
Kumamoto	14,063	2,202	26,017	157		9,922	2,243
Oita	1,326	1,070	21,739	243	2	9,933	1,248
Miyazaki	1,941	1,305	23,113	268		10,118	1,454
Kagoshim	8,686	3,406	21,888	2,893	43	14,537	1,195
Total	594,022	284,292	1,213,959	109,420	128,669	240,059	134,947

に分類して示すとつぎのようである。

(1) 雨量、出水量の水文(統計)学的研究

- (1) 水文事象の非定常性に関する研究
- (2) 多変数の水文統計法に関する研究
- (3) 降雨曲線の研究

(4) 低平地の出水機構に関する研究

豪雨量、出水量ないしこれらの時間的分布の推定は、単に内水計画のみならず、水工計画全般の問題であり、水文学における主要課題である。こうした水文学上の成果は全面的に内水計画に利用されうるのであるが、ただ計画規模の点では河川計画などとはいく分異なり、比較的発生ひん度の高い水文諸量を取り扱われることになる。たとえば、何年確率という概念よりもむしろ何回確率の概念が大きな意義をもつはずである。したがってこうした観点より、とくに水文事象の非定常性とこれが取扱法の研究が非常に重要な課題となり、さらに水文諸量の組合せ確率など多変数統計法の研究が大きな意義をもつことになる。

このような考え方は、現今ほとんどの都市の下水計画に採用されている降雨曲線についてもいいうるはずである。もつともこのような短時間雨量の分布には、確率的な要素より物理的要素が多分に支配的と考えられ、とくに水文気象学的な研究が重要と思われるが、総じて降雨曲線についてはこれまで見るべき研究がほとんどなく、まず未解明の研究課題である。

雨水の流出機構については水文学の主要課題として着々成果が示されてきていること周知のことであるが、低平地の出水機構、とくに雨水の損失現象については、山地流域のそれとはかなり異なつた様相がみられ、農地の市街地にもなう出水機構の変化などについてはほとんどわかつていないのが現状である。これらは今後の大きな研究課題の一つである。

(2) 低平地表面流の水理に関する研究

(1) 開水路と貯水池、閉水路の遷移流れの水理に関する研究

(2) 感潮流れ(背水現象)の水理に関する研究

(3) 粗度ないし障害物の水理抵抗に関する研究

(4) 低平地表面流の水理計算法の研究

低平地の排水計画に際し種々の水理現象を扱わなければならないが、これには現今なお未解決ないし検討を要すべき問題が少なくないようである。

低平地における表面流の流れは複雑であつて、開水路の流れより閉水路流れへの移行、あるいは開水路の流れより湛水領域内の流れへの遷移など種々特有の背水現象がみられ、かつ流れは非定常である。こうしたところから、従来降雨強度式と線形流出と組み合わせた仮想流出、あるいは何日間雨量の何日間排除というような思想で排水組織、規模能力を定める方法がよく採用され、内水排除計画の合理化は容易ではなかつた。

一般に最も安価な排水方式は自然排水であつて、機械排水を考える場合でも、状況の許す限り自然排水方式を併用するのが普通である。いうまでもなく、これは地区内水位と河川など外水位との水位差を利用するものであるが、自然排水路の流れは一般に等流状態とはほど遠い。このような場合の水理計算法としては、たとえば摩擦こう配を流速に比速に比例すると仮定したり、ときには抵抗係数を一定として等流あるいは不等流計算を行なつたりしているようであるが、十分な根拠がない。

広大な地区の排水、あるいは比較的小降雨の排水を排水機で行なう場合、上流側ではかなりの浸水をみているにもかかわらず、排水機能力だけの水が流下して来ないことがある。これは各種障害物の密集状態の変化や排水路の粗度変化の見積り不十分、あるいはこれらの阻害機能が意外に大きいことを意味する。このような例は、たとえば輪中地帯など各地に多くみられ、事前排水が不十分なため豪雨時の被害を大きくする要素ともなつている。

内水排除計画を合理的に行なうには、このような低平地表面流特有の水理現象の究明が先決であり、これらを総合した水理計算法の確立とともに大きな課題となつている。

(3) 特殊土砂水理に関する研究

(1) 流水による土砂運搬機構に関する研究

(2) 土壌浸食、保全に関する研究

(3) 背砂現象に関する研究

土砂水理学に関する近年の研究には注目すべきものがあるが、なお必ずしも満足できる状態にはなつてい

ない。とくに内水対策の面よりみると、河川はらん時地区内に流入する流水によつて、土砂が搬入堆積する程度、あるいは洗掘の程度など重要な課題の一つである。また地区内排水路の緩流によつて運搬され、あるいは排水路に堆積する微細土の運動機構は排水路の維持管理上重要な課題であり、さらに農地の土壤保全もまた土砂水理学上の問題である。

河川に設置された各種構造物が背砂現象をともしない、内水対策上重要な問題になつていくことはすでに述べたとおりであるが、各地にみられる背砂現象の発達は現今の水工技術者の常識をはるかに超えるものがあり、これは現在一応未解明の分野に属する興味深い重要な課題といふことができる。

(4) 地下水の動態と地下排水の研究

- (1) 自由表面をもつ地下水の水理に関する研究
- (2) 地下水位の変動機構とその制御に関する研究
- (3) 地下排水の2次元・3次元的研究
- (4) 河川伏流水の動態に関する研究

地下水の水理についてはこれまで数多くの研究がなされてきたが、内水対策上問題となるのは主として自由表面を有する地下水の水理である。たとえば河川堤防よりの漏水は、いずれかといえば、これまでの内水対策上の盲点であつて、これを十分な根拠を以て計画に取り入れた例はまず聞かない。一般にこのような漏水量は大した量とも思われないかも知れないが、排水機のフル運転にかかわらず、高水位継続期間中、内水位の低下がほとんどなかつたという極端な例すら、琵琶湖周辺その他の各地で聞かれることであり、洪水調節ダムの操作や背砂現象のため高水位継続時間が長大化する例が増加の傾向にある今日、やはり十分考慮されるべき問題であらう。

また堤防漏水ばかりでなく、堤内地の地表、地下水位も外水位の変化と密接な関係をもつことが多い。過湿害に悩まされている低湿農地、住宅地、塩害地の排水改良上、あるいは間接的な利水上の諸問題解決上、こうした地下水の水理全般に関する研究はきわめて重要な課題といふことができる。

(5) 内水と関連する外的諸要素の研究

- (1) 遊水池機能に関する研究
- (2) 洪水調節ダムの機能に関する研究
- (3) 避越橋の水理学的設計に関する研究

河川改修の進展が河川のピーク流量を増し、あるいはそれらの到達時間を速めることがあるが、これは常時はらん地帯であつた上流区域の改修にともしない、上流部の洪水調節機能が減少するためといわれている。しかしこのようなはらん地帯の洪水調節機能については、いまのところ定説が得られているわけではない。

このような問題は単に河川のみ問題ではなく、内水排除区域の計画に際しても問題になることであつて、たとえば排水組織の整備にともしない、上流部の湛水被害が軽減されるかわりに下流部の湛水深、時間が増加し、かえつて被害が大きくなることもありうる。したがつて内水対策前のハイドログラフにもとづき計画規模を定めるのではなく、内水対策後予想されるハイドログラフを算定検討の上、最終計画が定められるべきである。こうした意味で遊水池機能に関する研究はきわめて有意義なものである。

同様なことは洪水調節ダムの機能についてもいふのであるが、この場合はむしろダムの操作方式が問題であらう。こうした問題は、むしろ河川計画全般のもととして検討されるはずであるが、内水対策を合理的に行なう上に十分考慮される必要がある。

避越橋の水理は(2)の課題の範囲に含まれるべき問題でもあるが、上流部にはらん地帯を含む場合には、単に現況のみではなく、将来の内水形態を十分考慮して設計されなければならない。むしろ現今の段階ではこれが設計方針に定説はなく、今後の主要課題の一つである。

(6) 内水排除対策の総合的研究

- (1) 排水機のパフォーマンスに関する研究

- (2) 内水災害の実態に関する調査的研究
- (3) 内水排除計画の経済効果に関する研究
- (4) 排水組織に関する研究
- (5) 内水排除計画の計画基準に関する総合的研究

今後の内水排除対策の多くは強力な機械排水方式に依存する傾向にあるが、現段階における排水機のパフォーマンス、寿命ともに必ずしも満足できる状態にあるとはいえない。これらはまた内水対策費の主要な部分を占めるものであつて、これが設置、維持費等が十分安価なものであれば、内水排除計画の規模を相当引き上げうるはずである。したがつてこれらすべてを含めた性能の飛躍的な進歩が渴望される。

内水対策を合理的に行なうには、まずその実態を十分把握検討し、将来予想される地区内の性格変化、内水形態を適確に判断する必要があることは論をまたない。排水組織はさらに前述諸課題の研究成果を取り入れた上で排水方式、排水機々種の組み合わせ、排水機場の配置など OR 的に検討される必要がある。

合理的な内水対策とは、前記諸課題の理学的、農学のおよび工学的研究に加えて、農業経済ないし社会経済的な立場より十分検討されたものでなければならない。内水排除計画の計画規準なるものは、これらの総合的研究の成果として期待されるものである。

結 び

以上本論文は、わが国における内水災害の実態を分析的に明らかにし、これが対策の重要かつ緊急性を強調し、あわせて内水災害の防止軽減上要求されるべき研究課題を明示しようとしたものであるが、十分な資料が得られず、内容的には必ずしもバランスがとれていないようである。

これはこの種の問題の重要性にかかわらず、なかなかその特質がつかみがたいという、この災害の性質によるものであろう。各地にみられる内水災害の具体例、問題点などについては、あらためて報告の機会を得たいと考えている。

なお本論文に引用した農林省関係の諸資料については、農林省農地局災害後旧課長小川泰恵博士、設計課牧野俊衛技官の御好意によるものが多い。記して深謝の意を表するものである。

参 考 文 献

- 1) 農林省農地局編：日本農業と水利用，水利科学研究所，昭35.11，pp. 38-52.
- 2) 建設省河川局：本年災害の概況，河川，昭36.8，pp. 15-22.
- 3) “：災害統計，昭29年版.
- 4) “：災害統計，昭33年版.
- 5) 中野尊正：東京周辺の水害危険地帯，地図普及協会，昭36.8.
- 6) 村山朔郎：地盤沈下について，海岸工学の最近の進歩，土木学会関西支部，昭36.3，pp. 99-122.
- 7) 北伊勢臨海工業地帯開発協会編：地下水汲上げに伴う地下水位低下と地盤沈下について，四日市地区を中心として，昭35.7.
- 8) 科学技術庁資源調査会編：新潟地盤沈下について，科学技術庁資源調査会報告，15号，昭35.6.
- 9) 太田更一：伊勢湾台風高潮被災低湿地の土地利用の現況と問題，農村地帯を中心として，科学技術庁資源調査会報告17号，昭35.3，pp. 27-76.
- 10) 総理府資源調査会編：水害地域に関する調査研究第1部，資源調査会資料，40号，昭31.3，p. 64.
- 11) 任田新治：木曾三川下流地域の排水計画に関する研究，昭36.8，p. 46.
- 12) 太田更一：日本の土地資源，科学技術庁資源局，昭34.1，pp. 37-74.
- 13) 蔵田延男：地盤沈下と地下水開発，理工図書，昭35.3，pp. 27-55.
- 14) 農林省農地局：他事業による灌漑排水障害事例集Ⅰ，Ⅱ，昭32.12，昭35.10.
- 15) 文献 1)，p. 164.
- 16) 文献 1)，p. 110.