

— 論文 —

複式干拓方式の沿岸防災機能*

宇野木 早苗[†]・菅波 完[‡]・羽生 洋三[‡]

要 旨

農林水産省による 2533 億円を要した複式干拓方式の諫早湾干拓事業は、沿岸防災効果が全効果の約 70%を占めて事業の主目的は沿岸防災である。この防災対策が諫早湾に最も有効な手法と主張されているのでその機能を検討した。本方式は高潮に対しては効果があるが、従来の堤防嵩上げ方式と機能的には変わらず、建設費用が約 3 倍も割高と推定される。また過去の諫早大水害級の洪水もこの方式により防げるとされるが、これに反して、本明川の危機管理に責任をもつ国と長崎県の河川当局は干拓事業後の洪水発生の危険性を数値的に示し、諫早市も洪水ハザードマップを公表している。特に洪水と高潮が重なる異常事態の防災効果が強調されているが、この種の発生例は過去約 1 世紀の間には見出し難い。また莫大な洪水量をわざわざ調整池へ溜め込む方式は問題を含むといえよう。一方、大雨時の内水氾濫には効果がなく、別途排水施設の整備をまたねばならない。さらに日本海洋学会編 (2005) の学術書その他によれば、本事業は有明海異変の主要原因とみなされ、環境と漁業に対する甚大なマイナス効果が憂慮される。ゆえに複式干拓方式が沿岸防災に最も有効と主張することは理解し難く、適切な方法とは考えられない。

キーワード：複式干拓方式、沿岸防災、洪水、高潮、有明海異変

1. 複式干拓方式

本論文は、国営諫早湾干拓事業に際して、農林水産省が沿岸防災対策に最も有効な方法として提案し実施した「複式干拓方式」の防災機能を考察したものである。複式干拓方式は本来は干拓を目的としていて、湾を横断する長大な潮受堤防で湾を締め切り、その内部に干拓地と灌漑用の淡水湖(調整池)を造成するもので、広大な干拓地と豊富な灌漑用水を一挙に得ることができるとされている。なお、干拓は潮が満ち干する干潟に堤防を築いて内部を干し上げて陸化するもので、他

所から土砂等を運んで地盤を高める埋立とは異なっている。通常の地先を陸化するものは「地先干拓」とよばれていて、一般に干拓の規模が小さく、環境に与える影響も小さい。

複式干拓として、世界的にはオランダのゾイデル海の干拓(耕地面積 1,680 km²)が有名である。わが国においては食糧危機に陥ってその増産が緊急の課題であった今次大戦の敗戦後に、農水省によって秋田県の八郎潟干拓が実施されたのが典型例である。その後に島根県の中海干拓が実施されたが、環境と漁業の面から問題があって(例えば日本海洋学会海洋環境問題委員会, 1996)、建設途中で中止に追い込まれた。

Fig. 1 に諫早湾干拓事業の概要を示す。諫早湾の西部を長さ 7 km の潮受堤防で締め切り、その奥に面積が

* 2008 年 4 月 24 日受領；2008 年 8 月 3 日受理
著作権：日本海洋学会, 2008

[†] 〒 424-0917 静岡市清水区殿沢 2-12-24

[‡] 有明海漁民・市民ネットワーク

〒 168-0064 東京都杉並区永福 4-19-21

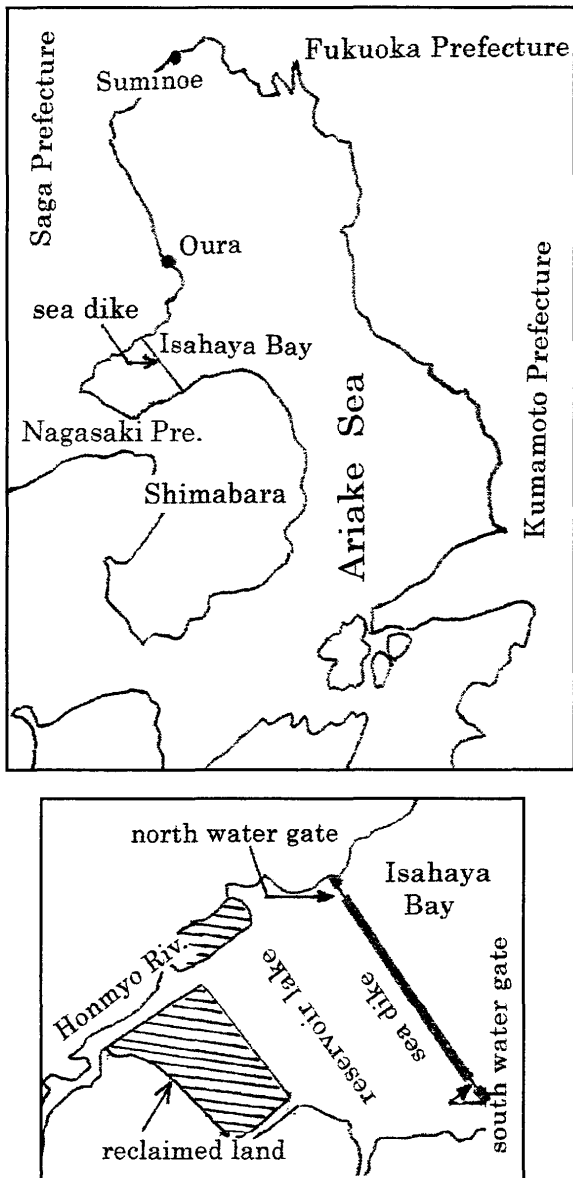


Fig. 1. The upper map shows Ariake Sea and the lower one the area of the Isahayawan Reclamation Project.

3,542 ha の陸地 (干拓地と埋立地) と調整池が造成される。この中で陸地造成面積は 942 ha, 調整池は 2,600 ha である。調整池に比べて陸地が狭くて農地造成としては効率的といえないが、これは後節に述べるように、防災目的のためには調整池の貯水量を格別に大きくしな

ければならないからである。干拓地および周辺の旧干拓地には、満潮時には地面が海面よりも低くなる広大なゼロメートル地帯が広がっている。

調整池を外海から隔てる潮受堤防の天端高は、潮汐と高潮に対して 4.9 m, 波の遡上高さを 1.6 m, 余裕高を 0.5 m として、合わせて 7.0 m を設定している。潮受堤防には北側に 200 m, 南側に 50 m の計 250 m の幅を持つ二つの水門が設けてある。調整池と干拓地の間には、天端高 3.5~4 m の内部堤防が建設されている。調整池の水面は地盤が低い干拓地からの排水が順調に行われることを考慮して、平常時には標高 -1 m を保つことを原則としている。調整池に溜まった河川水は、堤外の水面が堤内の水面よりも低くなった干潮時に、水門を開いて諫早湾へと排出される。ゆえに調整池は、外海の影響を受けない淡水に満たされた浅い河口湖であり、その閉鎖性ゆえに汚濁が甚だしく、大量にアオコが発生することもあり、灌漑用水としての問題点が指摘されている。

この事業の着手は 1986 年, 着工は 1989 年, 堤防の締め切りは 1997 年, 完成は 2007 年である。総工費は、計画当初の予算 1,350 億円を大幅に超過して、2 倍近くの 2,533 億円の巨額に達した。

2. 沿岸防災対策が主目的の諫早湾干拓事業

九州農政局 (1999) の計画書によれば、諫早湾干拓事業の目的は「調整池及びそこを水源とする灌漑用水が確保された大規模で平坦な優良農地を造成し、生産性の高い農業を実現するとともに、背後低平地において高潮・洪水・常時排水不良に対する防災機能を強化すること」になっている。

そこで会計検査院 (2002) のホームページで紹介されている諫早湾干拓事業の投資効率をみると、前者の作物生産効果は全体のわずか 9.7% に過ぎない。これに対して後者の災害防止効果は 69.1% と前者の 7 倍以上の大きさを占めている。残りの 21.2% の大部分は国土造成効果という名目になっている。したがって諫早湾干拓事業においては、意外にも沿岸防災対策が事業の主目的であり、この目的のために巨費が投じられた。

2.1. 防災干拓の発想

このように世間の常識と異なって、沿岸防災対策が大規模干拓事業の主目的になったのには以下の理由が存在する(例えば永尾, 2005)。複式干拓方式による諫早湾干拓事業は、1950年代における諫早湾の大規模干拓計画に起源を持ち、これが紆余曲折を経て現在の形になったものである。だが、中海干拓にその例を見るように、漁業と海洋環境に与える重大な悪影響を憂慮した漁民や市民たちの強い反対があつて、それまで事業の実施は同意が得られなかった。さらに米余りで広大な休耕地を抱える時代になって、巨費を伴う大規模干拓による農地造成は、社会的にも賛成を得ることがきわめて困難であつた。このことは着工翌年の1990年から2005年の間に、諫早市内では干拓による陸地造成面積の約7割にも相当する640 haが、耕作放棄地となったことから理解できることである(松橋, 2008)。

一方で諫早・長崎地方は梅雨時の洪水に襲われやすく、1957年7月の諫早大水害(諫早地方のみの死者・行方不明者539名)や1982年7月の長崎大水害(全域で死者・行方不明者345名)では甚大な被害を受けた。また有明海湾奥ほどではないが台風による高潮も発生している。一方、旧干拓地のゼロメートル地帯は地盤が著しく低く、最近でも内水氾濫(堤防内部に降った雨や付近集水域からの流水で内部に水が溢れること)の頻発に悩まされていた。そこで諫早湾の大規模干拓に熱意を抱く農水省と長崎県は、これまでになかった新たな理由、すなわち沿岸災害対策のために潮受堤防を必要とする理由を事業目的に付け加えた。そしてこの事業によってこれまでの災害をなくすことが可能であるとの発言が、国および長崎県の事業関係者によって繰り返され、一時は「防災干拓」という造語さえも流行したほどである(片寄, 2001)。

事実、1986年に農水省が作成した諫早湾干拓事業計画書においては、事業効果を算定するために想定した水害被災地域の中に、諫早大水害で被災した諫早市街地が含まれていた。以上の動きは悲惨な記憶をもつ諫早・長崎周辺地域の人々に、諫早湾干拓事業の必要性を容認させる上にきわめて効果的であつた。この結果人の命には換えられないとして、やむなく反対の矛が

収められて、諫早湾干拓事業の実施が容認されたのである。このことが、大規模干拓事業が島根県中海では中止になり、諫早湾では実施できた主たる理由と考えられる。

しかし、Fig. 2の四角枠で示す地域は、諫早大水害時に被害を受け、今回の干拓事業によってそれを免れることができるとされる市街であるが、実際は海水が遡上できない地点に位置していて、そのようなことは起こり得ないのである(片寄, 2001)。現実の諫早大水害による被害は、豪雨の際の数百か所に及ぶ山津波や(川畑, 1961)、崩壊家屋や流木などが本明川の橋桁に詰まってダムアップした河川水が氾濫して発生したものであつた。それゆえ干拓事業計画が承認を受けた後に作成された1999年の変更事業計画書では、Fig. 2の四角枠の市街は受益対象地域から削られていた(九州農政局, 1999)。

農水省はこの複式干拓方式の沿岸防災効果として、「諫早湾の形状・海底地形及び背後地の状況からみて、防災対策を考えると、湾の一定部分を潮受堤防で締切って外海と遮断し、その内部に洪水調節を図るための調整池を設ける、いわゆる複式干拓方式によることが総合的な防災対策を講じる上で最も有効な手法となる。」と述べ、この方法が沿岸防災に「最も有効な手法」とであると主張している(諫早湾防災対策検討委員会, 1983)。

しかし、多くの経験と実績をもつ従来の防災対策に比べて、この方法が防災機能において科学的に優れている理由は示されていない。建設内容を定めるために農水省が設けた諫早湾防災対策検討委員会(1983)も、上記の複式干拓方式が防災対策として最も有効であるとする農水省の意を受けて、これを前提としての検討を進めただけであつて、防災対策を総合的に検討して、複式干拓方式が最も有効な手法であるという根拠を与えたものではなかった。

したがって後記のように、膨大な経費と甚大な環境へのマイナス効果が考えられるこの「防災干拓」が、本当に最も有効適切なものであるかについては、多くの人が疑問を提示していた(例えば、片寄(2001)、菅波(2006)、羽生(2006)、宇野木(2006))。それゆえ、複式干拓方式による沿岸防災対策の機能を科学的に明確にしておくことが、今後の沿岸防災対策を考える際に無



Fig. 2. Towns in squares in the map were recognized by mistake of the Ministry of the Agriculture, Forestry and Fishery as areas that great damages, caused actually by the great Isahaya flood in 1957, could be avoided after the reclamation project with double dikes, due to Katayori(2001).

用な誤解と混乱を招かないために必要と考えられる。

2.2. 複式干拓方式で想定された防災効果

複式干拓方式による具体的な防災効果について、長崎県と地元自治体で構成する長崎県諫早湾干拓協議会(1997)の広報資料は次ぎのように述べている。すなわち、「潮受堤防をつくることで、まず高潮を防ぐことができます。また、調整池の水の高さをマイナス1 mに保つことで、排水が改善され、洪水による被害も防げます。今までは、高潮で海の水位が上昇している時に大雨が降ると、川の水は海に出にくくなり、川の水位

が上昇し、周辺の標高が低い土地へあふれていました。このため事前に、川の出口に7,200万 m^3 もの大量の水を貯めることができる調整池をつくります。これなら諫早大水害の時のような大雨が降っても大丈夫です。そして潮が引いた時に、水門を開け洪水を防ぐことができます」と効果を謳っている。

これによって期待されている潮受堤防の防災効果は、(1) 諫早湾奥部の高潮を防ぐことができる、(2) 湾奥に注ぐ本明川の洪水を防ぐことができる、および(3) 周辺の旧干拓低平地の排水が改善される、の3点である。

Table 1. Chronological table of disasters caused by floods or storm surges in Isahaya area, reprinted from the homepage of Isahaya City(2003).

明治以降の災害の歴史

No.	西暦	年月日	災害と被害内容
1	1911	明治 44.09.07	床上・床下浸水 623 戸, 山崩れ 65 件
2	1914	大正 03.08.23	河川堤防決壊 237 箇所
3	1919	08.08.15	暴風雨 死者 2 名, 家屋全壊 63 戸
4	1927	昭和 02.07.05	本明川大氾濫 床上浸水 1,935 戸
5	1930	05.07.18	暴風雨 真崎小, 有喜小, 小栗小校舎倒壊
6	1936	11.06.27-07.12	諫早豪雨 620 mm, 死者 2 名, 家屋全壊 9 戸, 半壊 13 戸, 一部損壊 21 戸, 流失 1 戸
7	1937	12.07.27	本明川氾濫 200 戸浸水
8	1956	31.08.16	台風 9 号 死者 4 名, 石垣決壊 2 堤防, 護岸決壊 5
9	1956	31.09.09	台風 12 号 住家全壊 3, 護岸決壊 1
10	1957	32.07.25	諫早大水害 死者・行方不明者 539 人
11	1962	37.07.08	九州北西部豪雨 諫早 330 mm, 2,500 戸浸水
12	1964	39.06.12	白原町堤防決壊 (150 m)
13	1982	57.07.23	長崎大水害 死者 3 名, 全壊 2, 半壊 12, 床上浸水 978 戸
14	1985	60.08.31	高潮 (諫早湾沿岸) 床上浸水 18 戸, 床下浸水 40 戸
15	1991	平成 03.09.13	台風 17 号 負傷者 6 名, 一部破損 3,000 世帯, 非住家 7 棟
16	1991	03.09.27	台風 19 号 死者 1 名, 負傷者 18 名, 全壊 4 棟, 半壊 15 世帯, 一部破損 12,100 世帯, 非住家 72 棟
17	1997	09.07.07-07.13	九州地方大雨 中央地区 733 mm, 小栗地区 956 mm, 床上浸水 4 戸, 床下浸水 66 戸
18	1999	11.07.23	諫早地方集中豪雨 諫早 (9-10 時) 101 mm, 床上浸水 240 戸, 床下浸水 471 戸, 全壊家屋 1 棟, 半壊家屋 1 棟, 一部損壊家屋 3 棟

3. 諫早市における明治以降の災害記録

防災対策を考えるには過去の災害についての理解が基本になる。諫早市 (2003) はホームページにおいて災害記録を公表しているのので、番号と西暦年号を付け加えて Table 1 に転載しておく。(原記録を正確に伝えるために原文のままにして、内容を英文に変更していない。) これには 1911 年から 2003 年までの、92 年間における 18 例が記載されている。

Table 1 において最も被害が大きかったのは、No.10

に示す 1957 年の梅雨前線の集中豪雨による水害であって、諫早大水害として著名である。諫早市の死者と行方不明者は 539 人だが、全地域の被害件数は理科年表によると死者 856 人、不明 136 人、負傷 3,860 人、住家 6,811 棟、浸水 72,565 棟、耕地 43,566 ha、船舶 222 隻にのぼるほど甚大であった。同じく梅雨前線に伴う No.13 の長崎地方の水害も、長崎大水害と称されて顕著な被害を与えたが、諫早地方の被害はそれ程大きくなかった。

その他、今次大戦後で天気図と照合できた No.11, 12,

17, 18 の例も、天気図上に存在していた梅雨前線に伴う大雨による水害である。最後の No.18 の場合には日本海に弱い熱帯性低気圧の姿も見られたが、中心示度は 1000 mb と弱くて被害の主因にはなり得ない。また天気図との照合はできなかったが、No.4, 6, 7 は記述内容から大雨に伴う水害と判断できる。なお No.17 と 18 は潮受堤防が締め切られた後に発生したものであることに注目を要する。日雨量で見れば、諫早大水害の No.10 の場合には島原半島北部において 1,109 mm というすさまじい集中豪雨が観測されている(川畑, 1961)。その他の場合の日雨量は諫早のアメダス データによると、No.13 (長崎大水害) は 395 mm, No.17 は 91 mm, No.18 は 342 mm であって、諫早大豪雨よりはるかに少ない。

一方、No.1, 2, 3, 5, 8, 9, 14, 15, 16 は、天気図または気象要覧によれば台風に伴う高潮、雨、風によるものである。なお気象要覧によると、No.1 の明治 44 年は 43 年の誤記と判断される。諫早のアメダス データによる日雨量は、No.14 が 112 mm, No.15 が 3 mm, No.16 が 35 mm であり、前線の雨よりも少な目である。そして上記 9 例のいずれも、豪雨単独の諫早大水害の場合に比べて被害は著しく小さい。もし諫早豪雨に顕著高潮が重なったとすれば、それによる被害は諫早大水害におけるものに近いか、それ以上の被害を生じると考えねばならないであろう。だが Table 1 に示される事例の気象状況および被害状況から判断して、ほぼ 1 世紀にわたる全例を通して、農水省が想定しているような著しく発達した洪水と高潮が同時に発生して甚大な被害を生じた例は存在していないといえる。

4. 高潮と複式干拓方式

4.1. 高潮に対する防災機能

Table 1 によれば諫早湾奥部において、現在までのほぼ 1 世紀間に発生した水害の約半数近くは台風の高潮に関係すると推定される。潮受堤防は天端高が 7.0 m もあるので、有明海の高潮を遮断して、堤防内部における高潮に対する安全性を高めたことは認めねばならない。一方、有明海の奥に位置して広大な低平地が広がる佐賀県沿岸は、湾口からの距離と、湾奥に向かう

南寄りの風の吹走距離が長いために、潮汐、高潮、波浪の 3 要素ともに諫早湾よりも発達する。したがって佐賀県沿岸は諫早湾沿岸に比べて高潮による災害を遥かに受けやすいのである。だが、近年長い経験と実績を有する従来方式の堤防嵩上げ等の災害対策が積極的に講じられたので、佐賀県沿岸の高潮に対する安全性は高まった。諫早湾沿岸に対しても、同様な従来方式の高潮対策を採用すれば、佐賀県沿岸と同程度に高潮に対する安全性は確保されるはずである。しかもこの方式は佐賀県沿岸だけでなく、高潮に襲われ易い日本沿岸各地において広く活用されて効果を挙げている。それを諫早湾にだけ排除しなければならない特別な理由は見出せない。

4.2. 過大な建設費用

国会議員に対する国の回答や農水省の資料によると、潮受堤防の建設には 1,180 億円の工事費を要したという。このように膨大な工事費を要するのは、天端が高い長大な潮受堤防を軟弱地盤の上に建設するので、大規模な地盤改良工事をしなければならないからである。諫早干拓工事では直径 1.6 m のパイプを、5 万本も地中 25 m まで打ち込んで、軟弱土を砂柱と置き換えることが必要であった。

これに対して佐賀県沿岸の防災のために、(旧) 建設省は 1994~1996 年度直轄海岸保全施設整備事業によって、従来方式の地盤改良と既存海岸堤防の嵩上げ工事を実施した。これには堤防 1 m 当たり 186 万円を使用したとされる。このときの海岸堤防の天端高は 7.5 m であった。そこでこれを基準にして、同じ方式で諫早湾奥部の高潮対策工事を行ったとしたときの費用を概算する。

諫早湾の潮受堤防より湾奥において、海岸堤防を築かねばならない海岸線の長さは、地図で測ると高々 20 km 以内である。諫早湾奥部の海岸堤防の高さには、潮受堤防と同じ 7 m を考える。諫早湾奥部は、有明海奥部と同様に干潟が発達して地盤状況は似通っていると思われるので、工法にも大きな差はないと判断する。いま 1 m 当たりの工事費は天端高に比例するとすれば、有明海奥部の 186 万円に対して諫早海岸では 174 万円

になる。だが比例しない部分も考慮して1 m 当たりで中間の180万円を仮定すれば、20 km に対しては360億円、すなわち潮受堤防建設費の約1/3の工事費で済むことになる。この方面の知識が乏しい筆者たちの概算で正確ではないと思われるが、干拓事業は高潮防災としては著しく過大な建設費用を国費から支出したと判断される。

5. 洪水と複式干拓方式

農水省は、複式干拓方式によって本明川の洪水を防ぐことができるとしているが、とくに洪水と高潮とが重なる異常事態を想定して、その場合の効果が顕著であることを強調している。このとき、外海水位が調整池水位より高い間は潮受堤防の水門を閉じて進入する高潮を遮断し、流れ込む河川流量は調整池に溜めることを考えている。ただし、流入する莫大な河川流量によって調整池水位が高まって、周囲の低地に水が溢れる可能性があるため、これを避けるために調整池の容量をきわめて大きくとらねばならない。このことが従来の大規模干拓事業と異なって、陸地化した面積に比べて、調整池面積が非常に大きな割合を占めて、農地造成の効率を著しく低減させる理由になっている。

5.1. 国と長崎県の洪水予測と諫早市の洪水ハザードマップ

最初に高潮がなく、洪水だけの一般的な場合を考える。これに関しては、1級河川本明川の管理者である国土交通省九州地方整備局と長崎県の河川当局(2005)は、潮受堤防建設8年後に、本明川水系河川整備計画について報告書を発表している。この中に洪水シミュレーションの結果が報告されているので、計算結果の一部をFig. 3に引用する。

これによれば現在の河道状況においては、1957年の諫早大水害(Table 1のNo.10)と同程度の豪雨に際して、本明川の河口から7 km 上流までの諫早市街を含むほとんど全範囲にわたり、計算された予測水位(太い実線)は河川当局による計画高水位(点線)を上回っていて、洪水が発生することが予測されている。そして洪水シミュレーションによる河川水氾濫の状況はFig. 4

に描かれているが、面積約1,520 ha、人口約13,800人が被害を受けることが推定されている。一方、諫早市(2003)もFig. 4と同様な洪水ハザードマップを公表して、洪水発生時の対処や避難について、市民に注意を喚起している。以上のことから本明川の危機管理に責任をもつ国、県、市の担当部局は、洪水の発生は避けがたいと考えていることが分かる。

豊富な情報と長い経験に基づく河川当局の検討結果は、信頼せざるを得ないであろう。そうであればこの内容は、干拓事業を行えば諫早大水害級の洪水を防ぐことができるとする農水省の主張と相いれないものである。結局、本明川の洪水を防ぐためには潮受堤防の建設ではなく、河道の整備が基本であることが理解できる。

5.2. 約1世紀間に発生しなかった洪水と高潮の遭遇

この防災事業では、発達した洪水と高潮が重なった場合の複式干拓方式の防災効果が、特に大きく強調されている。確かに洪水の最盛期と高潮の最盛期が重なった場合には水位も著しく上昇して被害も大きくなるので、高潮と洪水を分離する潮受堤防の効果を否定することはできない。ただしそのような機会が実際にどの程度の頻度で発生しているかが問題になる。ところが3節に述べたように、過去のほぼ1世紀間の記録によれば、顕著な高潮と洪水が同時に発生して問題が生じた状態は経験されていない。

したがって農水省は、発生することが極めて稀な状況への効果を強調して、これよりも頻度が高く現実に生起している梅雨前線などの豪雨による単独の洪水には、対処することができない巨大防災事業を実施したことになる。顕著な洪水と高潮が重なる極めて稀な条件に対しては、莫大な経費を費やして潮受堤防のようなハード的対策を専一に考えるよりも、ソフト的な対策を考慮することの方が適切で必要なことと思われる。

5.3. 豪雨時の大量河川水を調整池に溜め込む危険性

潮受堤防は外海からの高潮の進入を防ぐことができるが、一方において豪雨に伴う莫大な流入河川水を調整池へ溜め込むことになる。それゆえ調整池の水位を

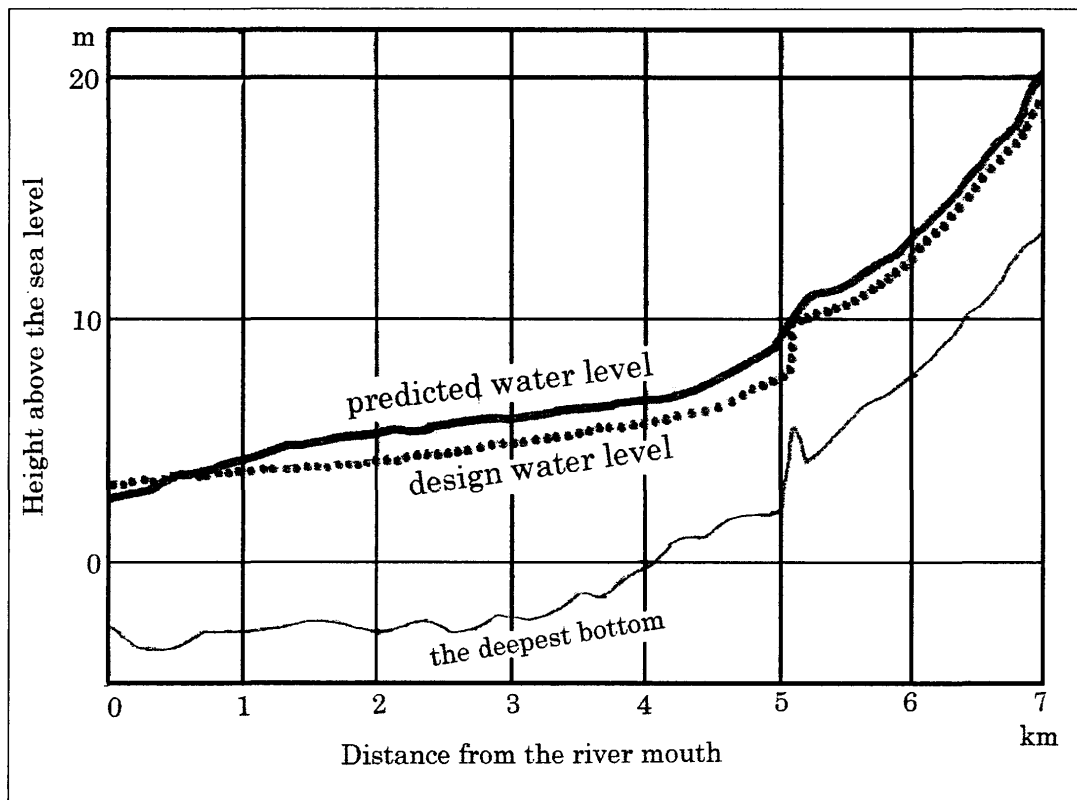


Fig. 3. Comparison between the design water level of the Honmyo River and the predicted one by the river authorities for a model of the great Isahaya flood, that occurred actually in 1957.

高めて周辺地域へ危険を及ぼす可能性も考えられるので、この点について検討する。

諫早湾奥部においては、標高 3.5 m (H_c) が堤防からの越流を避ける危険水位と考えられている。調整池の面積は 2,600 ha (S) であるので、平均水面上で調整池へ溜め込みが許される貯水容量は、 $SH_c = 0.91 \times 10^8 \text{ m}^3$ すなわち 9,100 万 m^3 である。九州農政局 (2004) によれば、本明川を含めて調整池へ流入する諸河川の流域面積は 224 km^2 (A_1)、調整池の面積は 26 km^2 (A_2)、合わせて 250 km^2 である。いま 1 時間降水量を p 、降雨時間を t としたとき、調整池の水位 (H) は次式で与えられる。 r は流出係数で、河川流出量と降雨量の比率を表す。

$$H = (rA_1 + A_2) pt/S$$

土木学会編 (1972) の水理公式集によれば、山地が多い地域では r は 0.7 程度の値になる。いま $r = 0.7$ とし p と t を与えたときの H の値を Fig. 5 に示す。なお考

える降雨時間の総雨量 $Q = pt$ の値も図中に破線で描かれている。 H と Q は一義的関係にある。

農水省は海水の進入を避けるために潮受堤防の水門を締め切る時間として、外海潮位が平均水位を越える時間、約 6 時間を考えている。そして諫早大水害時の 6 時間雨量として 380 mm、したがって 1 時間あたりに 63.3 mm h^{-1} を想定した。この場合は、Fig. 5 の a 点で示すように、調整池の水位は 2.7 m になって安全側にある。

次に、農水省が重視する高潮と洪水が重なる場合に注目すると、6 時間以上にわたり水門を閉めておかなければならない事態も考えられる。例えば、Fig. 5 に示す b 点は危険水位に達した場合で、総降雨量が約 500 mm (継続時間が約 9 時間、1 時間雨量が約 55 mm) の場合である。確率的な検討が必要であるが、このような状況が全く起こらないとは言い切れないと思われる。ちなみに諫早大水害の場合には、前記のように島原半島

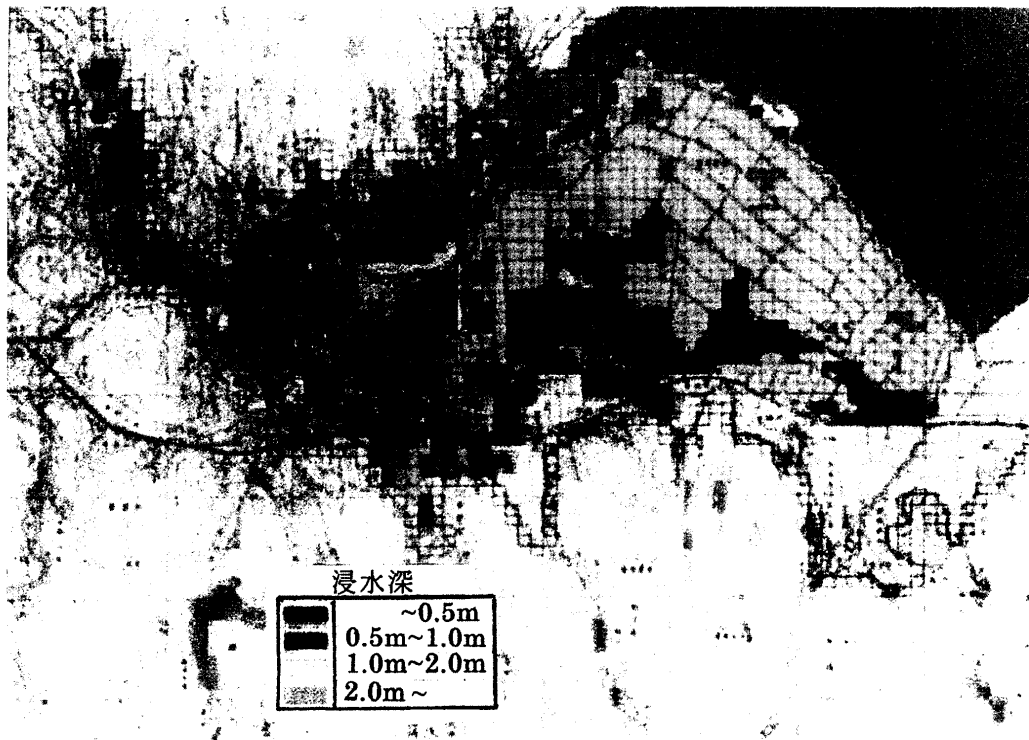


Fig. 4. Area of inundation along the Honmyo River predicted numerically by the river authorities for a model of the great Isahaya flood in 1957 under the present conditions of the river.

北部において1日雨量として1,109 mmの値が報告されている(川畑, 1961)。いまはごく単純な考え方をしたが、実際には豪雨、洪水、高潮のピーク値と時間経過、および水門操作の方法によって、調整池の水位はいろいろと変化する。だがこの組み合わせは複雑多様であって議論が面倒になるので、ここではそこまでは立ち入らないことにする。

ともあれ、通常の洪水では調整池水位は安全側にあるとしても、顕著な高潮と洪水が重なる場合や、万一水門が故障した場合などを考えると、洪水時の膨大な河川流量をわざわざゼロメートル地帯に接する調整池に溜め込む方式は、洪水対策としては本来的には問題を含む方法といえよう。

6. 内水氾濫と複式干拓方式

諫早湾奥部のゼロメートル地帯が広がる旧干拓低平地では、日常的に排水不良に苦しんで来た。しかし、調整池が完成して内部堤防の外側水位が-1 mに保たれ

るようになった結果、平常時には排水も順調に行われてこれまでの苦労も軽減されている。これは干拓事業の効果であり、干拓農民に感謝されている。

ただし2.2節に述べた広報資料によれば、大雨時の内水氾濫に対する潮受堤防の効果が明確に述べてなく誤解を招く恐れがあるので、これについて簡単に触れる。複式干拓方式の利点は調整池の水位を低くして、ゼロメートル地帯の旧干拓地からの排水を容易にすることである。それゆえ大雨の初期にはこのシステムが効果を発揮して、内水氾濫を生じることは少ない。しかし潮受堤防外側の諫早湾の海面水位が調整池水面より高くなると水門を閉めるので、大雨が続くと調整池に大量の河川水が流入して水面が高まる。その結果内部堤防に囲まれた低平地から調整池への自然排水ができなくなる。このときはポンプなどによる強制排水を行わねばならないが、排水機能が不十分であったために、これまで内水氾濫がしばしば発生して住民は苦しんできた。

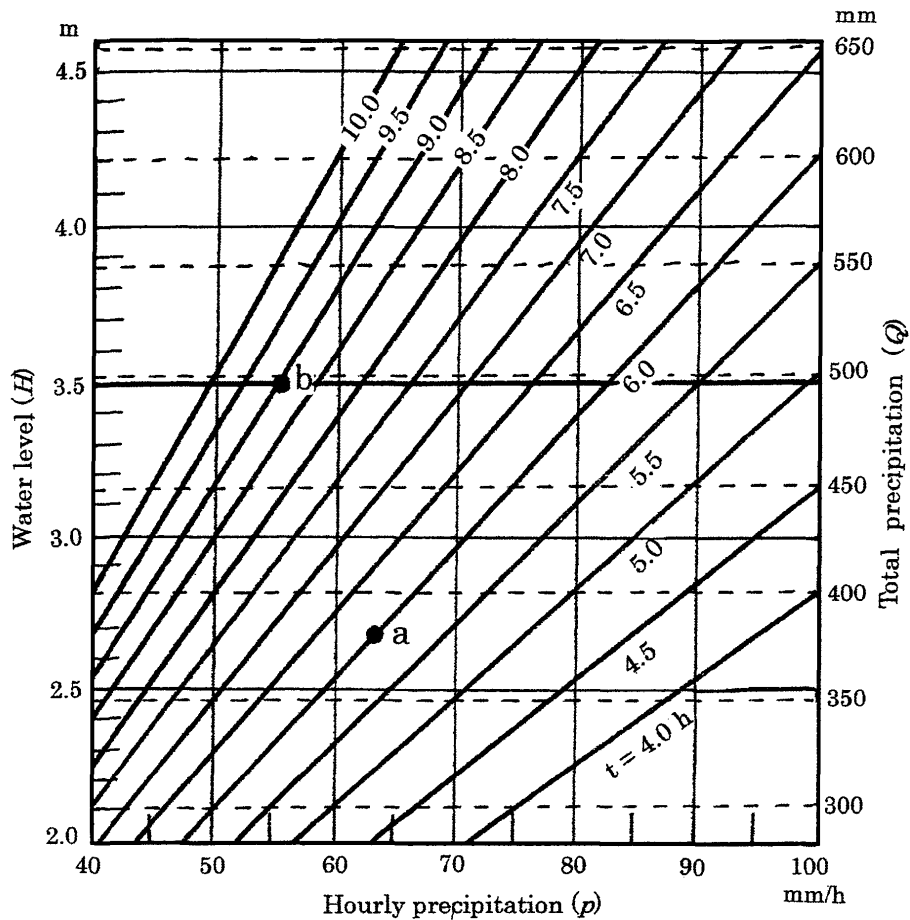


Fig. 5. Water level(H) of the reservoir lake determined by the duration time(t) of rain and an hourly precipitation(p). The ordinate on the right side gives the corresponding total precipitation(Q).

そして潮受堤防が建設された後にも、排水機能は依然として不十分なために、諫早周辺低平地においては現実に内水氾濫が頻発して、住民は被害を免れることができなかった。すなわち堤防締め切り後で見れば、1997年5月(157 ha)、同年6月(98 ha)、同年7月(1,200 ha, Table 1のNo.17)、同年8月(560 ha)、同年11月(113 ha)、1999年6月(50 ha)、同年7月(435 ha, Table 1のNo.18)、同年8月(22 ha)、同年9月(1,159 ha)、同年9月(73 ha)、2001年7月(1,131 ha)と5年間に11回も内水氾濫が生じている。括弧の中は浸水面積を表わす。

九州農政局(2003)や菅波(2006)によれば、諫早大洪水級の豪雨時に推定される浸水の深さは、2 m以上に達する範囲もかなり広く、ところによっては3 m

を超えて大きな被害が生じる区域も存在する。ゆえに排水能力が十分でないときは、内水氾濫が発生するのは必然である。結局豪雨時はもちろんであるが、ある程度以上の降雨による内水氾濫を防ぐためには、潮受堤防の建設ではなくて、排水施設を整備することが基本である。このことを考慮して最近では、関係当局は排水ポンプの増強や排水溝の拡幅などの排水事業を実施していると聞いているので、その成果を期待したい。

7. 複式干拓方式が海洋環境に与える影響

近年は大規模事業が環境に与える影響も、事業を評価する上に重要不可欠な要素になっている。そこでここに問題にする複式干拓方式による沿岸防災事業の効

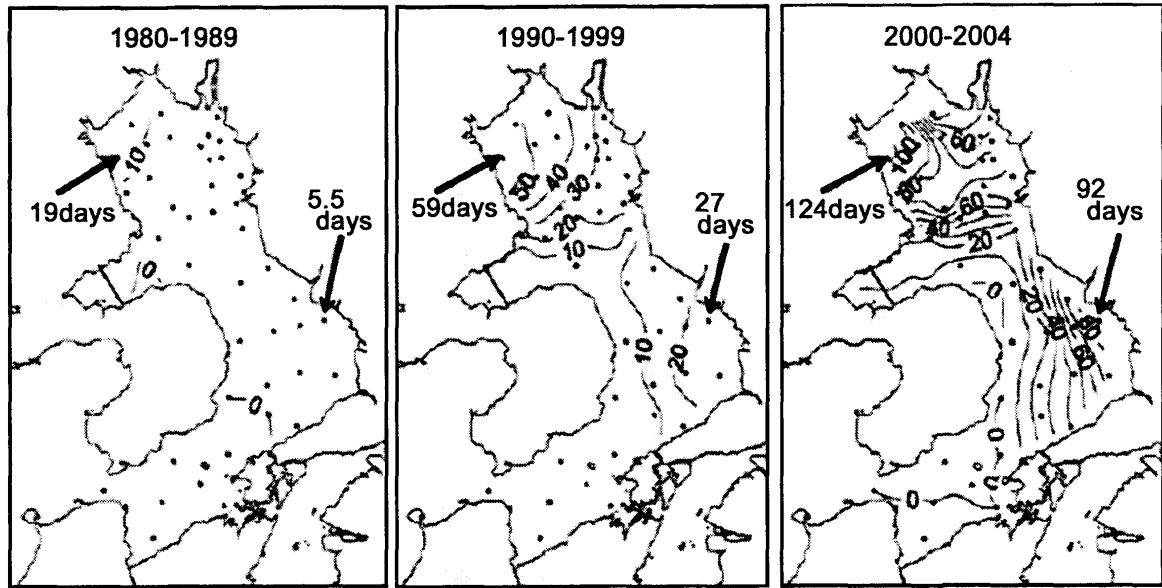


Fig. 6. Average occurrence days of red tides between October and March for three periods in Ariake Bay, after Kiyomoto *et al.* (2006). The big Isahayawan Reclamation Project began in 1989, and the inner region of Isahaya Bay was closed in 1997 by the long sea dike crossing the bay.

果を考える上に、これが環境に与える影響について考察を加えることは必要である。なお海岸堤防を嵩上げて安全度を高める従来方式の災害対策も、周辺海域にある程度の影響を与えるが、それは狭い範囲に限られる。しかもそれを行わないときに自然災害が与える損害を考えると、その影響は一般には容認できるものである。

一方、諫早湾で実施された複式干拓方式による災害対策では、潮受堤防建設後に有明海異変と称される深刻な事態が発生した。干拓事業以前の有明海について代田(1980)は、有明海は瀬戸内海よりも汚染が進み赤潮が発生する条件が揃っているにもかかわらず、これまで問題にするような赤潮は一度も発生したことはないと報告している。だが Fig. 6 に 1 例を示すように、1989 年の干拓事業着工後から赤潮は増加し始め、1997 年の潮受堤防による締め切り後には赤潮の発生は飛躍的に増大したことが明瞭に認められる(清本ら, 2006)。図は 10~3 月の期間であるが、4~9 月の期間にも同様に赤潮は増加している。

また代田・近藤(1985)は有明海底層ではこれまで貧酸素水塊の発達はほとんど見られなかったと述べてい

る。しかし堤防締め切り後には顕著な貧酸素水塊の発生が諫早湾で、また有明海奥部においてしばしば報告されるようになった。その 1 例を Fig. 7 に示しておく(日本自然保護協会, 2001)。斜線部が溶存酸素濃度が 3 mg L^{-1} 以下の貧酸素水塊の領域である。そして有明海の海底には、汚濁に強い底生生物の異常繁殖が生じた(東, 2005)。すなわち有明海の生態系は干拓事業後に著しく劣化したといえる。

なお干拓事業以前の観測は大潮期が主で、小潮期の底層ではほとんど行われていなかったので、当時は貧酸素水の発生が見逃されていた可能性がある。だが堤防締め切り後には、上記のように貧酸素水の発生と密接に関係する赤潮が飛躍的に増加している。そして事業開始後にタイラギが激減し、堤防締め切り後にヒラメ、ニベ・グチ、カレイ、ウシノシタなどの底魚類やクルマエビの一方的な減少が続いている。以上のことから従前に比べて、堤防締め切り後に底層で貧酸素水の発生が顕著になったことは確からしく思える。

このような環境の悪化に伴って、有明海の魚介類の生産は著しく衰退し、窮乏に苦しむ漁民が増え、漁業の将来に大きな不安が持たれるようになった。一方、ノ

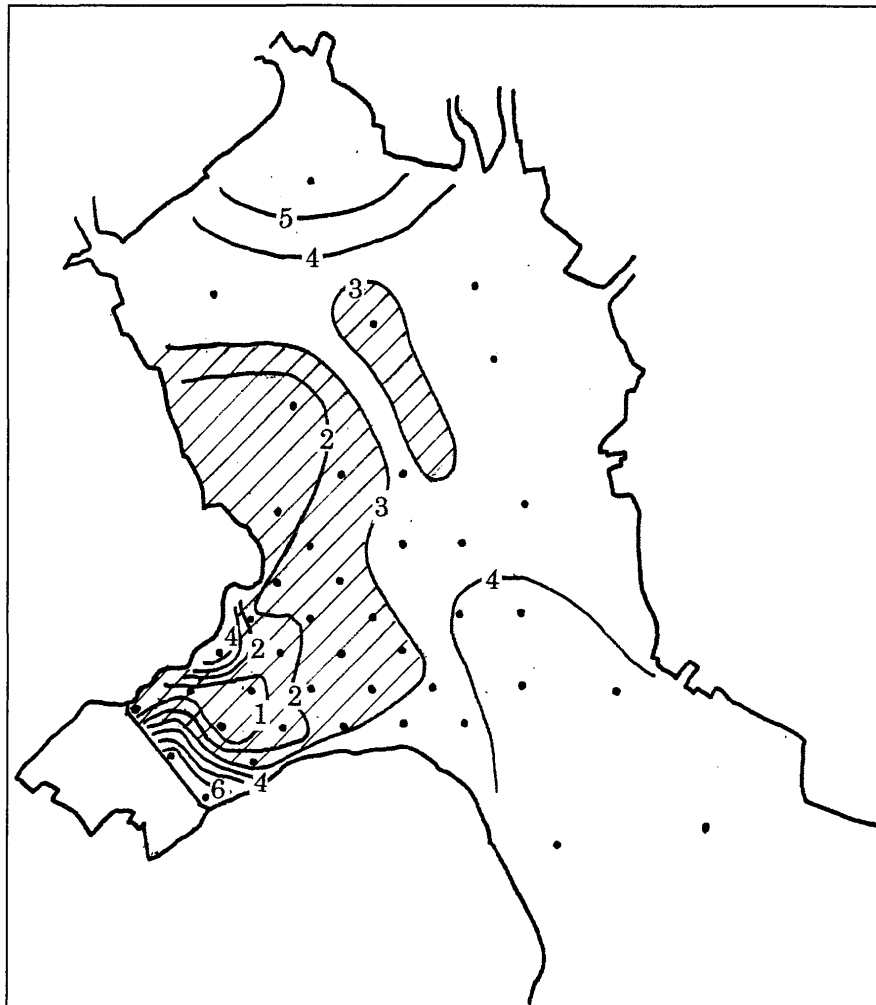


Fig. 7. Distribution of the concentration of dissolved oxygen of water (mg L^{-1}) for 5–7, August of 2001 in the bottom layer of the northern part of Ariake Bay, after Nature Conservation Society of Japan (2001).

り栽培漁業は海の農業といわれて管理と肥料などの人為的効果が大きいですが、堤防締め切り後の2000年度に歴史的な大凶作が発生して大損害を受けた。その後は、漁場管理技術の向上やノリ漁業者の労働強化などの効果もあって全体的にはノリの生産は持ち直している。だがそれにもかかわらず、堤防締め切りの影響を強く受ける海域、すなわち福岡県の大牟田、熊本県の荒尾・長洲、佐賀県の南部、長崎県の諫早・島原などの海域には依然としてノリの不作が続いている(日本海洋学会編, 2005; 宇野木, 2006)。

有明海異変の発生原因についてはデータ不足、とくに農水省の杜撰な事前調査による事業前のデータ不足

(宇野木, 2006)と共に、個々の事象では発生機構が必ずしも明確でないものがあるために、農水省を中心とする国の行政と司法は、原因を不明として事業の影響を認めていない。すなわち、唯一佐賀地方裁判所(2004年8月)が一定の因果関係を認めて工事差し止めの判決をしたが、その後は福岡高等裁判所(2005年5月)、公害等調整委員会(総理府, 2005年8月)、有明海・八代海総合調査評価委員会(環境省, 2006年12月)は原因は不明としている。このために国の再生事業は抜本的・効果的な再生策でなく、対症的・局所的対策に留まっているので、多大な税金が投入されても、再生事業開始後数年を経過しても依然として環境と漁業資源

の回復の見込みは見出せない。

有明海異変と干拓事業との関係については、上記の有明海評価委員会は論及することを意識的に避けているが(宇野木・佐々木, 2007), 福岡高裁と公害等調整委員会は、関係は定性的には考えられるが定量的でないとして原因は不明としているのであって、因果関係の存在の可能性を否定しているのではないことに十分留意する必要がある。それゆえ両機関は農水省に対して、原因を明確にするために潮受堤防の中・長期開門を含む調査を要望したが、農水省は開門調査を強く拒否して来た。

しかるに本論文投稿中の2008年6月27日に、排水門の開門を求める漁民ら(原告約2,500名)の訴訟に対して佐賀地方裁判所は、諫早湾とその周辺の漁場については干拓事業との間に相当程度の因果関係が認められるとして、またこれまで公害等調整委員会や福岡高裁が要望していた開門調査を農水省が実施しなかったのは立証妨害に当たるとして、農水省に3年の猶予期間を置いて5年間の開門調査を求める判決を下した。だが農水省はこれを不服として、現在福岡高裁に控訴を行っている。

このような中で日本海洋学会海洋環境問題委員会(2001, 2002)は、有明海の環境悪化と漁業資源減少の問題点を指摘すると共に、これまでの数多くの研究結果および疫学的な検討結果を総合的にまとめて、日本海洋学会編(2005)「有明海の生態系再生を目指して」という学術書を刊行し、諫早湾干拓事業、とくに潮受堤防の建設が有明海異変の主たる原因であることを示した。また宇野木・佐々木(2007)も、海の研究に「有明海異変の発生システム図」を公表し、諫早湾干拓事業と有明海異変の関係を調べれば、強い因果関係の存在を認めざるを得ないことを述べた。さらに文部科学技術省管轄の科学技術振興機構(2007)はホームページにおいて、従来の科学技術分野における重大な「科学技術失敗百選」を発表しているが、国営諫早湾干拓事業を失敗百選の中に選んでいる。

以上のことから複式干拓方式による防災対策は、現在異論は依然として存在しているものの、有明海異変の主要原因として環境と漁業の面で深刻なマイナス効果を惹き起している可能性が非常に高いと判断せざる

を得ない。これが従来方式による防災対策と著しく異なる点である。

8. むすび

諫早湾奥部の沿岸防災対策として、農林水産省が最も有効な手法と主張して用いた複式干拓方式は、高潮には効果があるが、洪水にはその主張は認められなかった。高潮対策も機能の面で従来方式に勝っているとはいえ、費用的には3倍近くの経費が必要と思われる。そしてきわめて注目すべきは、この方式は事業区域のみならず、それを遠く離れた広大な海域においても、有明海異変と称されるような顕著な環境の悪化と漁業資源の衰退を惹き起こす可能性が高いことである。これらを総合すると複式干拓方式による沿岸防災対策は、最も有効な手法であるとは考えられず、むしろ避けるべき手法でその適用は望ましくないと判断される。

謝 辞

本稿作成に当たって助言と資料の便を叨っていた小西 達男博士、佐々木 克之博士および吉澤 裕氏に感謝します。

References

- 東 幹夫 (2005): 底生動物相の経年変化. 有明海の生態系再生をめざして, 恒星社厚生閣, 118-128.
- 有明海・八代海総合調査評価委員会 (2006): 委員会報告案, 78 pp.
- 土木学会編 (1972): 水理公式集, 616 pp.
- 羽生 洋三 (2006): 総括—市民による「時のアセス」結果—。有明海漁民市民ネットワーク・諫早干潟緊急救済東京事務所, 92-136.
- 諫早市 (2003): 本明川洪水避難地図 (洪水ハザード マップ).
- 諫早市 (2003): 明治以降の災害の歴史. http://www.city.isahaya.nagasaki.jp/of/06_nourin/03_kantaku/kantaku/kantaku.htm
- 諫早湾防災対策検討委員会 (1983): 中間報告書, 56 pp.
- 会計検査院 (2002): 平成14年度特定検査対象に関する検査状況. <http://report.jbaudit.go.jp/org/h14/2002-h14-0726-0.htm>
- 科学技術振興機構 (2007): IST 失敗知識データベース, 失敗事例. <http://shippai.jst.go.jp/fkd/Detail?fn=0&id=CD0000139&kw>

- 片寄俊秀 (2001): 防災計画とその虚実. 市民による諫早干拓「時のアセス」, 諫早干潟緊急救済東京事務所・諫早干潟緊急救済本部・WWF ジャパン, 18-29.
- 川畑幸夫 (1961): 水文気象学, 地人書館, 268 pp.
- 清本 容子, 田中 勝久, 山田 一來, 中田 英昭 (2006): 水産試験研究機関によるモニタリング—有明海における浅海定線調査—. 沿岸環境関連学会連絡協議会第15回ジョイント・シンポジウム要旨集, 5-8.
- 国土交通省九州地方整備局・長崎県 (2005): 本明川水系河川整備計画. 98 pp.
- 九州農政局 (1999): 国営諫早湾土地改良事業変更計画書.
- 九州農政局 (2004): 諫早湾干拓事業 背後地排水その他検討業務報告書, 487 pp.
- 松橋 隆司 (2008): 宝の海を取り戻せ—諫早湾干拓と有明海の未来, 新日本出版社, 187 pp.
- 永尾 俊彦 (2005): 諫早の叫び—よみがえれ干潟ともやいの心. 岩波書店, 216 pp.
- 長崎県諫早湾干拓協議会 (1997): ISAKAN—諫早湾干拓. 4 pp.
- 日本海洋学会海洋環境問題委員会 (1996): 閉鎖性水域の環境影響評価に関する見解, 中海本庄工区干拓事業の場合. 海の研究, 5, 333-344.
- 日本海洋学会海洋環境問題委員会 (2001): 有明海環境悪化機構究明と環境回復のための提言. 海の研究, 10, 241-246.
- 日本海洋学会海洋環境問題委員会 (2002): 有明海環境悪化機構究明と環境回復のための提言 2. 海の研究, 11, 631-636.
- 日本海洋学会編 (2005): 有明海の生態系再生をめざして. 恒星社厚生閣, 211 pp.
- 日本自然保護協会 (2001): 有明海奥部における底層の溶存酸素濃度 (速報). 8 pp.
- 代田 明彦 (1980): 有明海の栄養塩類とニゴリ特性. 海洋科学, 12, 127-137.
- 代田 明彦, 近藤 正人 (1985): 有明海, 3 節, 化学. 日本全国沿岸海洋誌, 846-862.
- 菅波 完 (2006): 諫早湾干拓事業の「防災」機能と, 中・長期開門調査の必要性. 有明海漁民市民ネットワーク・諫早干潟緊急救済東京事務所, 56-65.
- 宇野木 早苗 (2006): 有明海の自然と再生. 築地書館, 264 pp.
- 宇野木 早苗, 佐々木 克之 (2007): 有明海異変の発生システムについて. 海の研究, 16, 319-328. 有明海異変の発生システム図の補正. 海の研究, 16, 513-514.

Effect of a Reclamation System with Double Dikes on the Prevention of Coastal Disasters

Sanae Unoki *, Tamotsu Sugunami †, and Yozo Hanyu †

Abstract

The Ministry of the Agriculture, Forestry and Fishery insists that the method of a reclamation system with double dikes is the most effective method in the prevention of natural disasters on Isahaya coast, and was implemented in the big Isahaya Reclamation Project. This paper will examine the effect of the project. The observation of the storm surge has revealed the new method did not necessarily produce superior functionality over the old method, which has widely been used with success, and require a remarkably higher cost than the old method. As for the flood, the system is not effective contrary to the speculation of the Ministry. Moreover the new method has caused violent deterioration of marine environment and conspicuous decay of fisheries in Ariake Sea. In conclusion, the new method is not so effective as a prevention method from natural disasters as insisted by the Ministry, and its use should be avoided considering an extremely high cost and remarkable ill-effects on marine environment and fisheries.

Key words: reclamation system with double dikes, prevention of coastal disasters, flood, storm surge, abnormal change of environment in Ariake Sea

(Received 24 April 2008; accepted 3 August 2008)
(Copyright by the Oceanographic Society of Japan, 2008)

* 2-12-24 Tonosawa, Shimizu-ku, Shizuoka 424-0912, Japan

† Ariake Sea Network of Fishermen and Citizens, 4-19-21 Eifuku, Sugunami-ku, Tokyo 168-0064, Japan