

# 最近の河川改修の動向

## —淀川を例として

長 尾 精

### 概 説

一口に河川改修といっても、その内容は時代とともに変わり、今後もまた変わって行くであろう。

豊臣秀吉の宇治川、淀川改修を挙げるまでもなく、戦国時代の河川改修は軍略上の目的とわかし難く結びついていた。

くだって明治初期、オランダ人の指導により淀川から始まった（明治8年）近代河川工事はいわゆる低水工事といって、兩岸から水制を出してみを筋を保つ舟運確保が主目的であったが、この工事で常水路の位置および断面がある程度確保されたことにより、洪水の疎通、内水の排除などにも効果があった。河川に手を加えると影響や効果が多方面におよぶ一つの例である。

その後、度重なる全国的な大水害が政府をして洪水防禦を目的とする本格的な高水工事に踏切らせ、新淀川を始め、新信濃川、木曽三川の分流など大規模な新川開削工事も始まる。

今日の淀川の原型をつくりあげた「淀川改良工事」（明治29～43年）の計画は内務省第五土木監督署長沖野忠雄技師の手になるもので、この頃から我国の河川技術はオランダ人の手から日本人に移ってくる。

しかし上記の新川開削工事は土地、家屋の補償が大きく、工事費もかさみ、数は限られていて、改修工事は築堤、掘削、護岸、水制と局部的なショートカット、河巾拡大（引き堤）が大部分を占めるようになってきた。

そして築堤断面は漏水や法くずれの経験と計画高水位の上昇にともない、高さ、巾ともに次第に大きくなって行き、河川改修のシンボルとなる。

しかし当然のことながら、築堤は治水の手段であって目的ではない。高い水位、高い堤防でゆくか、河床を掘り下げる方式をとるかは工費、維持、補償、附帯工事其他多くの点から検討する必要があるが、最近では後者が目だってきている。

洪水時の現象としてはまた堤防附近からの漏水があるが、これに対する地元の人の受けとりかたは色々あり、そこにどれくらい長く住んでいるかによってもちがうようである。地盤漏水が井戸水に利用されるなどは相当古くからの人と河との結びつきの一形態であったにちがいない。しかしこれらの漏水箇所も洪水などを契機に次第に防止工事がなされつゝある。

近年各地の河川で計画高水流量の増加に伴い、通水断面の増加、堤防保護、取水安定などのために低水路を掘削し、両側に高水敷をつくるようになってきた。このような高水敷は地方公共団体によってそれぞれ独自に小公園や運動場に部分的に利用されているが、淀川では25Kmの延長を国営による一つの広域河川公園として47年度から着手しており、全国で初めての試みである。

最近、自然保護の見地からこのように高水敷を人工的に造成するのに反対する意見が一部にある。たしかに木工沈床や杭出水制の間を流路が自然に蛇行し、寄り州には玉石の河原の向うにアシが生い茂っている状態に比べれば、白いコンクリートの低水護岸の外に高水敷が広々とつゞく光景は少くとも牧歌的ではなくなってきたという見方もあるだろう。

しかし敗戦後、四つの島に閉じこめられた我国が、せまい国土を有効に利用する以外に再起の方法がないため、限られた予算で治水、利水の機能を効率的に追求してきたその効果は正しく評価されなければならない。

計画高水流量が増えるということは河川に対する load が増えるということであるから、河道の構造も昔よりは相当 rigid になってこざるを得ない。自然保護論は時流に乗っているので恰好もよく、アピールしやすいが、治水、利水の問題はそれこそ人間生活の「原点」であり、出発点であるから、河川の問題で今こそもっとも必要なのは、科学的、総合的、多面的でかつ冷静なものの見方であり、「恰好のよい」議論ではないのである。

勿論、河川事業者の側でも河川改修の必要性をあまりにも当然のことと考えたためにPRが十分でなかったことは反省されなければならない。現代の「価値」はPRによってつくられる面が大きいからである。

護岸や高水敷の設計で今後配慮するとすれば、自然生態、景観、歴史的風土といった面から価値のある地区では強度に問題がなければたとえば石などを使う昔の工法や穴あきブロックなどにより草などが水際に生えたりするようにするとか、護岸の勾配をゆるくしたり、原地形が計画の高水敷と高さがあまり変わらない部分はなるべく手を加えないで、植生も残すなど、高水敷から自然に水際につながるようにし、昔のように水に親しめるようにするなどの配慮も必要であろう。

しかし一方では子供が水死すると河川管理者の設計の「欠陥」を追求されることも多く、これは上に記した水に親しみやすくすることと矛盾する面もあるのである。

また沿川住民の要望としては高水敷を整備して子供の遊び場や運動場などをつくって欲しいという要望も多く、これは自然保護グループの意見と対立することになる。

河川に環境としての好ましい機能をもたせるためには水質の保全が重要であることは言うまでもない。河川を浄化するのは大変だから、上水道は水のきれいなところまで取水口をどんどん上流へ移すという考え方があるが、それでは都市附近の河川はたちまち巨大な下水路と化してしまう。河川は人がたわむれ、魚が住み、人が飲むことのできる清浄な水の流れていることが必要であり、河川公園のためにも大切であるという「哲学」に立って、京都市等の下水処理水を淀川へ放流することなく、専用の水路を高水敷に設けて、そこを流下させ、途中数ヶ所で高級処理をしようとする、いわゆる水質保全水路の構想が淀川で全国ではじめてなされ、今年度実施調査を行なっている。これは河川の機能分化あるいは複線化とも言えるが、先に記した広域河川公園とともに、河川事業の概念が広がってきていることを示しているのではないだろうか。

# 1 改修計画の規模

改修計画完成後の災害額の期待値  $D_0$  は改修の目標とする計画高水流量を  $Q_0$  とすれば一応

$$D_0 = \int_{Q_0}^{\infty} D(Q) \cdot p(Q) \cdot dQ \quad (1.1)$$

で表わされる。こゝに  $D(Q)$  は流量  $Q$  のとき生ずる災害額、 $p(Q)$  は  $Q$  の生起確率である。

改修計画の規模をきめるには年間の  $D_0$  の国民所得に対する割合をある値（大体のオーダーとしては 2～3%）におさえたり、 $D_0$  そのものをある値（たとえば昭和 20 年代の災害額）におさえることにより  $Q_0$  を定めたり、あるいは投資効率の観点から、現状における年平均可能被害額を推定し、これに限界資本係数という係数を乗じていきなり投資限度額を求めようとする考えかたもある。

最終的には  $Q_0$  の超過確率  $\int_{Q_0}^{\infty} p(Q) dQ$  の値を有力なきめ手にしており、これはまた各河川毎の投資規模のバランスを検討する有力な指標としては使われている。

$D_0$  をある値にセットしようとするとき、その値として過去のたとえば 10 ケ年程度の被害額の平均値が使われたこともあるが、一方  $D_0$  の算定は百年に一回程度の洪水を  $Q_0$  として氾濫の水利状況を仮定して計算するので、両者の間に理論的にも数値的にもバランスがとれない。そこで過去の災害額についても、当時の資産の状態で洪水が氾濫した場合の想定被害額（Damage potential）を使うべきだとする考えかたもあり、淀川ではこの方法で計画規模をチェックした。それでは以下に淀川においてとられた考えかたを紹介したい。

# 2 淀川の改修計画規模

淀川は大阪、京都の二府、滋賀、奈良、和歌山、三重の四県にまたがり、その地域別諸指標は表一 1 の通りである。

表一 1 淀川流域の地域別諸指標

| 地 域     | 面 積             |       | 人 口   |       |       |       | 人口密度              | 関 係<br>市町村数 |    | 中心都市           | 主要河川          |
|---------|-----------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------------------|-------------|----|----------------|---------------|
|         |                 |       | 昭和 40 |       | 昭和 45 |       |                   | 昭和 45       | 市  |                |               |
|         | Km <sup>2</sup> | %     | 万人    | %     | 万人    | %     | 人／Km <sup>2</sup> |             |    |                |               |
| 湖 北     | 750             | 9.4   | 16    | 2.0   | 15    | 1.7   | 200               | 1           | 12 | 長浜             | 姉川、高時川        |
| 湖 西     | 470             | 5.9   | 5     | 0.6   | 5     | 0.6   | 100               | 0           | 6  | 今津             | 安曇川           |
| 湖 東     | 930             | 11.7  | 28    | 3.5   | 28    | 3.1   | 300               | 3           | 14 | 彦根、八日市<br>近江八幡 | 愛知川、日野川       |
| 湖 南     | 1,140           | 14.3  | 36    | 4.5   | 39    | 4.4   | 340               | 2           | 12 | 大津、草津<br>水口    | 野洲川           |
| (琵琶湖)   | 690             | 8.6   |       |       |       |       |                   |             |    |                | 琵琶湖           |
| 伊賀・東和   | 1,400           | 17.5  | 21    | 2.6   | 20    | 2.2   | 140               | 4           | 17 | 上野、名張<br>(奈良)  | 名張川、長田川       |
| 東 丹 波   | 680             | 8.5   | 9     | 1.1   | 9     | 1.0   | 130               | 1           | 5  | 亀岡、園部          | 園部川           |
| 京 都     | 1,080           | 13.5  | 161   | 19.9  | 178   | 19.9  | 1,650             | 3           | 15 | 京都、(奈良)        | 宇治川、木津川、桂川、鴨川 |
| 大 阪     | 840             | 10.5  | 531   | 65.8  | 599   | 67.1  | 7,180             | 18          | 4  | 大阪             | 淀川            |
| 流 域 合 計 | 7,980           | 100.0 | 807   | 100.0 | 893   | 100.0 | 1,120             | 31          | 85 |                |               |

註：奈良市は伊賀・東和および京都の 2 地域にそれぞれ含む。

昭和 34 年から 40 年までの間に、枚方において計画高水位を超える出水が 4 回もあったことは西日本の中心地域として近年いっしょく増大した資産を氾濫区域にもつ淀川の安全性に対する重大な警鐘であった。さればこそ 40 年代は流域および氾濫区域の発展、変ほうに見合った安全度を持つ計画を追求し、その新計画に一日も早く着手することが強く要請されたのである。

一方、敗戦後 10 年間の昭和 20 年代は大河川の周辺は都市区域と郊外農村地域とが適当なバランスを保ち、今のような公害に悩む過密な状態を解消してたち向うべき一つの姿がそこにあったと考えることもできる。

淀川では単に実績流量を考慮して、計画高水流量をひきあげるのではなくて、氾濫区域の資産の増加に見合う計画の安全率をとる必要があるので、その目標としては昭和 20 年代の Damage potential を用い、新計画の Damage potential には昭和 40 年代の資産を使って両者を比較したのである。以下その方法の要点を述べる。

### 3 流域資産の解析

河川改修とその周辺地域の年代的变化をみるには昔から今までの 5 万分の 1 地形図が極めて有力かつ客観的な資料を提供してくれる。そこでこの地形図を利用して mesh map の手法により解析を行なった。こゝではこの 1 枚の地形図を縦横 20 等分すなわち 400 メッシュに分けたので 1 メッシュの大きさは約 1 Km<sup>2</sup> となった。

各メッシュ毎に計測した要素は田地、畑地、樹園地、市街地、集落地、工場用地、草地で、これらが一つのメッシュに占める面積の割合を 10% きざみで読みとった。

資産額の算定は家屋資産、家計財産、事業所資産、農家資産、農作物資産に分けて行ない、建設省の治水経済調査要綱の各資産別の昭和 44 年単価を使用し、航空写真、各種行政統計資料等を利用して算定した。この解析により淀川流域の昭和 20 年および 40 年代の地域別資産額（いずれも昭和 44 年単価）を示すと表 2 のようになる。この表から注目すべき点を二、三あげると

- (1) どの地区も資産額は増えてはいるが、流域全体に占める割合は大阪地域で 55% から 64% に増えたため、他の地域は低下した。
- (2) 大阪の伸びは 2.1 倍と群を抜いているが、湖東、湖西地区も伸びの大きいのは広大な平野と豊富な水、労働力に恵まれ、また治水事業の進展、交通施設の発達によるものと考えられる。
- (3) したがって、古来自然氾濫地帯として知られている東丹波地区の亀岡市や伊賀、東和地区の上野市等も治水事業を含む適当な施策によって発展し、過密、過疎の緩和に役立つであろう。

### 4 新計画規模の経済性

図 1 は淀川水系の計画基準地点で、計画に採用した流域平均 2 日雨量は表 3 の通りである。

この計画雨量にもとづく新計画高水流量の決定にあつては、流出モデル、ダム計画、河道計画の検討、工事費の検討など多くの作業が必要であるが、これらは後で触れるとして、この節では計画と Damage potential との関係や投資効率などについて検討してみたい。

まず 3 の流域解析の結果により、式 (1.1) により現状河道で昭和 20 年および 40 年時点の年平均 Damage potential を求めてみると

|         | 被害額 (億円) | 被災人口 (千人) | 氾濫面積 (Km <sup>2</sup> ) |
|---------|----------|-----------|-------------------------|
| 昭和 20 年 | 397      | 41        | 5                       |
| 昭和 40 年 | 774      | 70        | 5                       |

表一 2 淀川流域の地域別資産額

(昭和 20 年代)

(昭和 44 年価格)

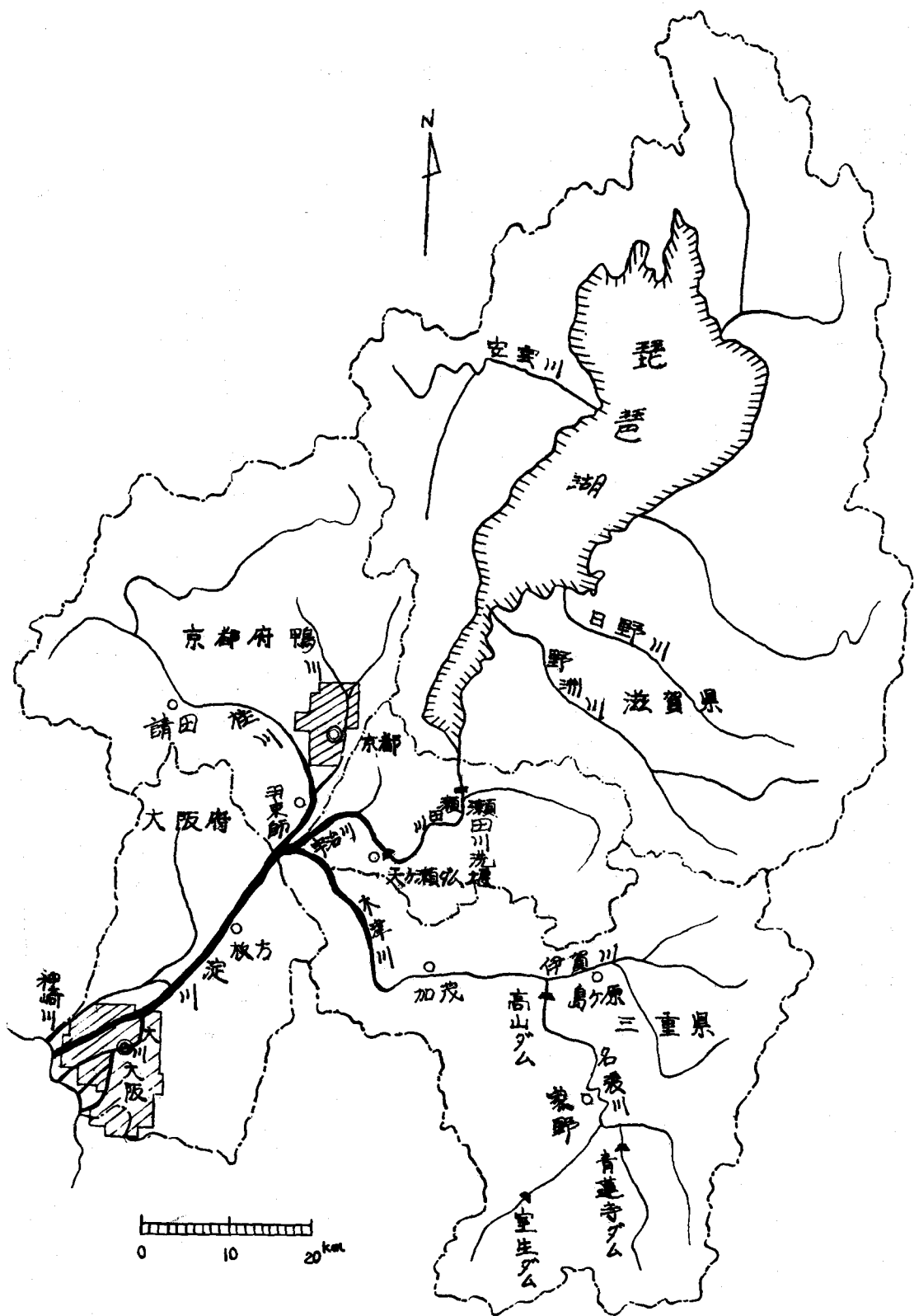
| 地 域         | 資 産 額  | 資産額百分比 | 面積 1 Km <sup>2</sup> 当り<br>資 産 額 | 人口 1 人当り<br>資 産 額 |
|-------------|--------|--------|----------------------------------|-------------------|
|             | 億円     | %      | 千万円                              | 万円                |
| 湖 北         | 2,693  | 3.7    | 31                               | 163               |
| 湖 西         | 890    | 1.2    | 19                               | 165               |
| 湖 東         | 3,476  | 4.8    | 35                               | 113               |
| 湖 南         | 4,483  | 6.2    | 39                               | 134               |
| 伊 賀 東 和     | 3,722  | 5.1    | 14                               | 163               |
| 東 丹 波       | 1,351  | 1.9    | 19                               | 150               |
| 京 都         | 16,460 | 22.6   | 152                              | 127               |
| 大 阪         | 39,809 | 54.6   | 474                              | 133               |
| 淀 川 流 域 合 計 | 72,884 | 100.0  | 91                               | 133               |

(昭和 40 年代)

| 地 域         | 資 産 額   | 資産額百分比 | 面積 1 Km <sup>2</sup> 当り<br>資 産 額 | 人口 1 人当り<br>資 産 額 |
|-------------|---------|--------|----------------------------------|-------------------|
|             | 億円      | %      | 千万円                              | 万円                |
| 湖 北         | 3,452   | 2.7    | 46                               | 216               |
| 湖 西         | 1,414   | 1.1    | 30                               | 283               |
| 湖 東         | 5,740   | 4.4    | 62                               | 205               |
| 湖 南         | 6,575   | 5.1    | 58                               | 183               |
| 伊 賀・東 和     | 4,578   | 3.5    | 33                               | 218               |
| 東 丹 波       | 1,837   | 1.4    | 27                               | 204               |
| 京 都         | 23,119  | 17.8   | 214                              | 144               |
| 大 阪         | 83,044  | 64.0   | 989                              | 156               |
| 淀 川 流 域 合 計 | 129,759 | 100.0  | 163                              | 161               |

表一 3 基準地点における超過確率とそれに対応する 2 日雨量 (計画雨量)

| 基 準 地 点                  | 家 野              | 島 ケ 原            | 請 田              | 加 茂              | 天 ケ 瀬            | 羽 束 師            | 枚 方              |
|--------------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|
| 超 過 確 率                  | 1/100            | 1/100            | 1/100            | 1/150            | 1/150            | 1/150            | 1/200            |
| 期 間                      | 明治 昭和<br>34 ~ 40 | 明治 昭和<br>23 ~ 40 | 明治 昭和<br>25 ~ 40 | 明治 昭和<br>34 ~ 40 | 明治 昭和<br>34 ~ 40 | 明治 昭和<br>25 ~ 40 | 明治 昭和<br>34 ~ 40 |
| 2 日 雨 量 (mm)             | 405              | 376              | 327              | 364              | 272              | 321              | 302              |
| 上流域面積 (Km <sup>2</sup> ) | 471              | 525              | 727              | 1,469            | 352              | 1,082            | 3,479            |



図一 淀川流域図

一方、新計画完成後の Damage potential は 40 年の状態で 53 億円程度になる。したがってこの新計画の主要部分が完成するとみられる昭和 60 年頃は更に数倍程度の資産額の伸びがあると考えられるから、新計画の Damage potential は大体 20 年時点のそれに保ち得ると言える。

次に投資効率について一つの検討をしておきたい。新計画は河道改修費 2,400 億円、ダム費 1,200 億円と推定され、これらの投資額の元利均等償却費は耐用年数をそれぞれ 50 年、80 年、利子率 4.5 % とすれば 172 億円となる。そして新治水計画による被害減少額は

$$774 - 53 = 721 \text{ 億円}$$

であり、年間維持管理費を投資額の 5 % すなわち 18 億円とすれば費用便益比率は

$$\frac{721 - 18}{172} = 4.1 > 1$$

となるので、効率の高い事業であるといえる。

## 5 施設計画の基本的な考え方

日雨量は同じでもその時間的、地域的分布によっては流出量に或程度差があり、更にいくつかの既設および計画のダムによる洪水調節がこの問題を一層複雑にしている。

このため既往最大洪水時の降りかたを計画降雨として採用するとか、その他の降雨解析をするとしても、ある一つの降りかたを計画に採用するだけでは重要な最下流地点での流量がどの程度の安全性を持っているか何とも言えなかったのである。

このため淀川では施設の安全性を直接左右する河道流量の安全度をできるだけ追求するため、幾つかの新しい提案をしたが、その第一点は過去に計画高水位程度の出水のあった著名 8 洪水の降雨型を計画までひきのばしてそのいずれに対しても安全になるような施設計画を考えたことである。

表一 4 は 8 洪水の実績水位流量、表一 5 は基準地点の流域平均実績 2 日雨量、表一 6 は枚方地点で実績 2 日雨量を計画 2 日雨量の 302% までひきのばしたその倍率を使って各基準地点の実績雨量をひきのばした値である。

流出モデルは貯留関数法を用い、既往洪水から定数を定め、全流域を 35 の単流域と 19 の河道区間に分けて計算した。表一 6 は枚方地点の計画流量決定に使用する計画降雨であるが、同様のものを各基準地点で設定して各基準地点における計画対象高水のピーク流量（ダム調節前、調節後）を求めることと表一 7 のようになる。

河道計画としてはこの表のダム調節後流量の第一位を採用することになるが、家野、島ヶ原、請田については他の基準地点とのバランスおよび確率の検討からして 2 位を採用した。また当然ではあるがダム調節前の最大値と調節後の最大値とが羽束師のように別の洪水型になることもある。

以上のようにして主要地点の新計画高水流量をこれまでのものと比較すると表一 8 のようになる。

## 6 降雨発生モデル

淀川の治水計画のもう一つの特色は降雨発生モデルを設定して、計画降雨および計画高水流量の統計的安全度を検討したことであり、これは 5 のはじめに記したことの外、施設が全部でき上がった場合の実績降雨というものは存在しないこと、時間雨量の記録も 200 年確率の計画に対しては十分とはいえないことなどからも必要である。

淀川洪水の大規模なものは殆んど台風によるものであるから、台風の降雨発生モデルを考えることとし、その作成方法のあましはまづ北緯 20° から 40° までおよび東経 122° から 146° までの範囲

表一 4 主要洪水最高水位流量

| 洪水名      | 加       | 茂                 | 宇治 (向島)                   | 羽 束 師                     | 枚 方                       | 鳥 居 川                     |
|----------|---------|-------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|
| 昭和 28. 9 | 25日 22時 | 7.70 <sup>m</sup> | 25日 22時 4.72 <sup>m</sup> | 25日 23時 6.38 <sup>m</sup> | 25日 23時 6.97 <sup>m</sup> | 27日 18時 1.01 <sup>m</sup> |
| 31. 9    | 27 13   | 5.88              | 27 19 2.89                | 27 18 4.02                | 27 19 5.49                | 28 10 0.45                |
| 33. 8    | 26 3    | 5.45              | 26 9 2.63                 | 26 9 3.82                 | 26 9 5.07                 | 27 4 0.48                 |
| 34. 8    | 14 7    | 5.65              | 14 11 4.43                | 14 10 6.15                | 14 12 6.50                | 15 3 1.00                 |
| 34. 9    | 27 0    | 8.00              | 27 5 4.14                 | 27 6 5.63                 | 27 5 6.69                 | 27 16 0.85                |
| 35. 8    | —       | —                 | 30 16 2.66                | 30 15 6.03                | 30 17 4.70                | — —                       |
| 36.10    | 28 10   | 6.65              | 28 15 4.48                | 28 15 6.01                | 28 15 6.95                | 29 2 0.46                 |
| 40. 9    | 18 1    | 6.13              | 18 4 4.16                 | 18 4 6.25                 | 18 5 6.75                 | 17 21 1.26                |
| 警戒水位     | 4.50    | 2.00              | 3.50                      | 4.50                      |                           |                           |
| 計画高水位    | 9.01    | 3.82              | 5.87                      | 6.36                      |                           |                           |

| 洪水名      | 加 茂           | 宇治 (向島)       | 羽 束 師         | 枚 方           |
|----------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| 昭和 28. 9 | 5,800 $m^3/s$ | 1,780 $m^3/s$ | 2,700 $m^3/s$ | 7,800 $m^3/s$ |
| 31. 9    | 3,850         | 670           | 815           | 4,610         |
| 33. 8    | 3,650         | 525           | 790           | 4,030         |
| 34. 8    | 3,900         | 1,270         | 2,500         | 6,800         |
| 34. 9    | 6,200         | 885           | 1,700         | 7,200         |
| 35. 8    | 770           | 310           | 2,600         | 3,840         |
| 36.10    | 5,220         | 1,000         | 2,100         | 7,800         |
| 40. 9    | 5,170         | 900           | 2,500         | 7,300 $m^3/s$ |
| 基本高水流量   | 6,200         | 1,360         | 2,780         | 8,650         |
| 計画高水流量   | 4,650         | 900           | 2,780         | 6,950         |

※ 破堤がなければ 8,650  $m^3/s$  と推定される。 ※※ 天ヶ瀬ダム調節後

表一 5 著名 8 降雨の総雨量 (実績値)

| 基準地点 | 昭和28年<br>13号 | 昭和31年<br>15号 | 昭和33年<br>17号 | 昭和34年<br>7号 | 昭和34年<br>15号 | 昭和35年<br>16号 | 昭和36年<br>10月豪雨 | 昭和40年<br>24号 |
|------|--------------|--------------|--------------|-------------|--------------|--------------|----------------|--------------|
| 家 野  | 292 $mm$     | 236 $mm$     | 260 $mm$     | 280 $mm$    | 363 $mm$     | 157 $mm$     | 386 $mm$       | 241 $mm$     |
| 島ヶ原  | 291          | 207          | 238          | 301         | 307          | 146          | 348            | 223          |
| 請 田  | 294          | 145          | 97           | 277         | 182          | 309          | 262            | 267          |
| 加 茂  | 261          | 206          | 234          | 263         | 290          | 131          | 322            | 217          |
| 天ヶ瀬  | 230          | 159          | 183          | 218         | 179          | 116          | 218            | 165          |
| 羽束師  | 271          | 146          | 106          | 295         | 174          | 280          | 243            | 251          |
| 枚 方  | 250          | 175          | 166          | 267         | 212          | 174          | 261            | 212          |



表一 6 枚方地点に対する通過洪水における基準地点の総雨量

| 基準地点 | 昭和28年<br>13号  | 昭和31年<br>15号  | 昭和33年<br>17号  | 昭和34年<br>7号   | 昭和34年<br>15号  | 昭和35年<br>16号  | 昭和36年<br>10月豪雨 | 昭和40年<br>24号  |
|------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|----------------|---------------|
| 家 野  | 350 <i>mm</i> | 406 <i>mm</i> | 471 <i>mm</i> | 316 <i>mm</i> | 515 <i>mm</i> | 272 <i>mm</i> | 444 <i>mm</i>  | 345 <i>mm</i> |
| 島ヶ原  | 349           | 356           | 431           | 340           | 436           | 253           | 400            | 319           |
| 請 田  | 353           | 249           | 176           | 313           | 258           | 535           | 301            | 382           |
| 加 茂  | 313           | 354           | 423           | 298           | 412           | 226           | 370            | 311           |
| 天ヶ瀬  | 276           | 274           | 331           | 246           | 255           | 201           | 251            | 235           |
| 羽束師  | 329           | 251           | 183           | 329           | 247           | 499           | 283            | 366           |
| 枚 方  | 302           | 302           | 302           | 302           | 302           | 302           | 302            | 302           |
| 引伸し率 | 1.20          | 1.72          | 1.81          | 1.13          | 1.42          | 1.73          | 1.15           | 1.43          |

表一 7 基準地点における計画対象高水のピーク流量 ( $m^3/s$ )

| 基準地点 | 現 計 画<br>流 量   | 計 算 流 量          |                 |                 |                |                 |                 |                 |                  |
|------|----------------|------------------|-----------------|-----------------|----------------|-----------------|-----------------|-----------------|------------------|
|      |                | 昭和28年<br>13号型    | 昭和31年<br>15号型   | 昭和33年<br>17号型   | 昭和34年<br>7号型   | 昭和34年<br>15号型   | 昭和35年<br>16号型   | 昭和36年<br>10月豪雨型 | 昭和40年<br>24号型    |
| 家 野  |                | 4,000<br>3,150   | 5,000<br>3,800  | 3,600<br>3,250  | 3,800<br>2,950 | 4,500<br>3,500  | 2,200<br>2,200  | 2,500<br>2,450  | 5,900<br>4,350   |
| 島ヶ原  |                | 5,000<br>4,200   | 5,800<br>4,500  | 4,000<br>3,400  | 4,300<br>3,600 | 3,800<br>3,300  | 2,800<br>2,300  | 3,900<br>3,150  | 7,500<br>5,900   |
| 請 田  |                | 4,600<br>3,500   | 3,300<br>2,600  | 5,400<br>2,500  | 3,900<br>2,100 | 6,500<br>4,200  | 4,400<br>2,300  | 3,500<br>2,400  | 3,600<br>2,800   |
| 加 茂  | 6,200<br>4,650 | 11,800<br>5,800  | 12,700<br>5,850 | 8,500<br>6,000  | 8,900<br>5,800 | 9,500<br>5,300  | 4,000<br>4,200  | 8,300<br>5,500  | 15,500<br>6,100  |
| 天ヶ瀬  | 1,360<br>900   | 2,500<br>1,200   | 1,650<br>1,200  | 2,100<br>1,200  | 1,800<br>1,200 | 1,500<br>1,200  | 800<br>800      | 1,550<br>1,200  | 2,800<br>1,200   |
| 羽束師  | 2,780          | 6,200<br>5,100   | 3,800<br>3,200  | 5,400<br>3,400  | 4,400<br>3,000 | 7,200<br>4,800  | 5,200<br>3,400  | 4,700<br>3,500  | 4,800<br>3,900   |
| 枚 方  | 8,650<br>6,950 | 17,000<br>12,000 | 14,200<br>9,100 | 14,800<br>9,300 | 9,200<br>8,300 | 15,500<br>9,350 | 10,750<br>9,250 | 13,600<br>9,900 | 16,400<br>10,750 |

上段：ダム調節前      下段：ダム調節後

表一 8 現計画高水流量と新計画高水流量

| 河 川 名  | 地 点 名 | 現計画高水流量       | 新計画高水流量        | 摘 要       |
|--------|-------|---------------|----------------|-----------|
| 淀川下流部  | 枚 方   | 6,950 $m^3/s$ | 12,000 $m^3/s$ | 琵琶湖水位±0 m |
| 中流部    | 宇 治   | 900           | 1,500          |           |
| 上流部    | 瀬 田   | 600           | 800            |           |
| 桂 川    | 羽 東 師 | 2,780         | 5,100          |           |
| 木津川(下) | 加 茂   | 4,650         | 6,100          |           |
| 木津川(上) | 島 ケ 原 | 2,500         | 4,500          |           |

を1°毎に480のマス目に分割し、それぞれのマス目毎に昭和15～43年の台風329個について下記の項目の数値を求める。

(1) 図一2の8種類の経路

(Ⅶはそのマス目の中で消滅するもの)についてそれぞれの経路をとる確率

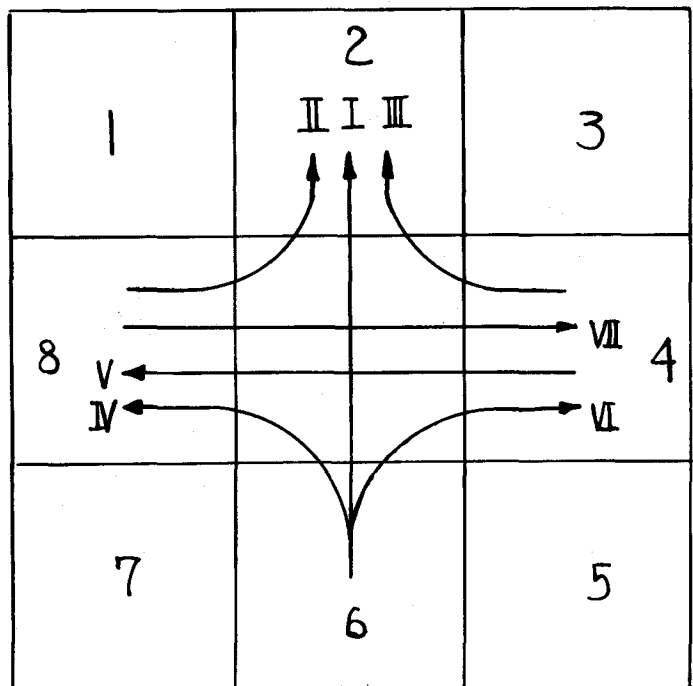
(2) そのマス目の中の平均滞在時間(経路別)

(3) 流域の代表地点(6ヶ所)毎にそのマス目に滞在しているときの降雨のある確率(経路別)

(4) 上記について降雨のある場合の平均時間雨量(代表地点別, 経路別)

降雨を発生させるには台風の初期位置として先づ最南端の北緯20°線に沿うマス目の上で、

初期位置の頻度分布に従う乱数を発生させ、初期マス目をきめる。それから先は(1)の確率分布に従う乱数を発生させて順次次のマス目をきめ、台風の経路をきめることができる。この経路にもとづき(2)(3)(4)により代表6地点の降雨の時間分布が求められるが、(3)の降雨のあるなしの判別はこの確率分布に従う乱数を発生させてきめる。ただし近畿およびその南方海上を含む長方形の区域は2マスつゞいて雨の降る確率が0.9以上なので、この区域では降り出したら継続すると考える。また実際の台風の経路に沿う経過時間と雨量の累加をそれぞれ(2)の滞在時間および(4)の雨量の累加と比較してみるとそれぞれある分布に従う係数で(2)(4)の値を補正すればよいことがわかったので、その分布に従う乱数を発生させて補正係数をきめる。



図一2 台風経路の分類

このようにして各代表地点に降雨を発生させ、これに実績から求めた地域分布率を乗じて各区分流域の雨量を求めた。この発生降雨に貯溜関数法を適用して実際のハイドログラフと比較したところ、二、三の例外を除き、殆ど良好な一致を見たので十分、実用にたえるものと思われる。

## 7 降雨発生モデルによる検討結果

北緯 20° 線のマス目を通る年平均 11 個の台風を 1000 年分つまり 11,000 個の台風による降雨を発生させ、流域平均 2 日雨量の超過確率について実績雨量のそれと比較してみると、たとえば枚方地点では 150mm 以上については分布がよく一致しているが、それ以下の雨量については発生雨量の値の方が小さい。これはこのあたりでは前線性の降雨が卓越する機会が多いことによるのであろう。

また計画雨量程度の発生降雨によるダム調節後のピーク流量の頻度分布をたとえば枚方で求めてみるとピーク流量群の約 90% が計画の 12,000  $m^3/s$  以下におさまることがわかった。そしてこの 12,000  $m^3/s$  は超過確率としては 1/300 になり、枚方で 200 年降雨量以下で 12,000  $m^3/s$  を超える確率は 1/2700 となり、いづれの点からしても確率降雨による計画流量は信頼度が高いことがわかった。

## 8 築堤方式と河床低下方式

計画高水量が増加した場合、計画高水位をあげて築堤するか、水位は上げないで掘削により河床を低下させるか、この二つの方式について比較してみると

築堤方式は

- (1) 市街地では堤防沿いの土地、家屋の補償が量、全額ともに非常に多くなる場合がある。
- (2) 橋梁のかさ上げに伴い、取付道路をかさ上げすると、市街地では土地、家屋の補償、交叉する道路、鉄道の処置とそれに伴う土地、家屋の補償など、大事業になってしまうこともある。
- (3) あまり高い堤防は堤脚の維持が難しく、災害のポテンシャルが大きく、地域住民の生活になじみ難い。
- (4) 内水排除がむづかしくなる。

一方、河床低下方式の方は

- (1) 取水水位が低下するので、その対策が必要となり、ところによっては地下水位の低下に対する対策も必要である。
- (2) 堰の改築、橋脚の補強などが必要になる。
- (3) 低水路を設ける場合は水深が大きく流勢が増すので、低水護岸や高水敷の維持について十分検討する必要がある。
- (4) 流下土砂の多いところでは掘ったところが埋没するおそれがある。

紙面の都合上、上の比較は十分なものではないが、最近、上流の砂防事業が次第に効果を見せてきたこと、流入土砂量に匹敵する砂利採取が継続して行なわれていること、掘削された河床面が比較的よく維持されていること、用水取水堰の統合、改築などが大規模に行なわれるようになったこと、河床変動の研究の進展などにより、ある程度、築堤のできた河川では増大する洪水量を河床掘下げにより処理しようとする傾向が出てきている。これはまた、公共事業の遂行に必要な骨材を供給する砂利採取にも役立つことになる。

## 9 淀川の河道計画

三川合流点下流の淀川の河道は明治、大正、昭和にわたる低水工事により低水路幅 100～130 m と

して堤防間を蛇行させ、そのピッチは2～3 Km(半波長)となっていた。これは昔からの自然蛇行の傾向を尊重しつつ、水衝部を固定したもので、治水は勿論、取水の安定の面でも大きな貢献をしてきたことは疑う余地がない。

しかしこのような低水路が治水上機能を果すのは計画高水流量がある程度以下の場合であって、建設省土木研究所に依頼した模型実験の結果では3000  $m^3/s$  程度以下ではほぼこの低水路に沿って流れるが、昭和40年9月台風24号5960  $m^3/s$  になると航空写真による表面流速、流向の測定でも、模型実験でもこれまでの低水路線形を殆ど無視して直線的に流れている。こうした点も考慮して新低水路は堤防法線の許す範囲で直線性の強い法線とした。

このうち特に検討を要するのは枚方地区と一津屋地区の複わん曲(S字形わん曲)部で、一般にこのようなわん曲部では上流側わん曲部で生じた渦が下流側わん曲部の流れに影響をあたえるので、下流側わん曲部の河床変動は上流側わん曲部のそれに比べて未知なことが多い。実験の結果、両わん曲部が同じような曲率の場合は下流側わん曲の方が河床変動量が多いようであった。そこで修正案では下流側わん曲の曲率を緩和することと、両わん曲の間の距離をできるだけ多くとるように配慮した。

図-3は新旧低水路の法線を比較したものである。洗掘のもっとも大きいのは複わん曲部のそれぞれのわん曲の外側でかつ下流よりの部分で、その対岸は堆積の傾向があり、直線部分は中程度の洗掘が見られる。それで護岸の種類も洗掘の程度に応じて1級から3級までわけることにしたのである。

低水路巾はせま過ぎると深さが大きくなり過ぎて護岸が維持できない。広過ぎると低水路の中の乱流がはげしく、高水敷がせまくなって堤防の安全度に影響する。

淀川では堤防の間隔および曲率を全体的に考慮して300 mとしたが、これでも深さは7 mにも達し、護岸には小段を設けて全体として3割程度の勾配とした。この結果、低水路流量は4000  $m^3/s$  となり、これは2～3年に1回の流量である。図-4は現河道に計画横断図を記入したものである。

## 10 淀川大堰等の建設

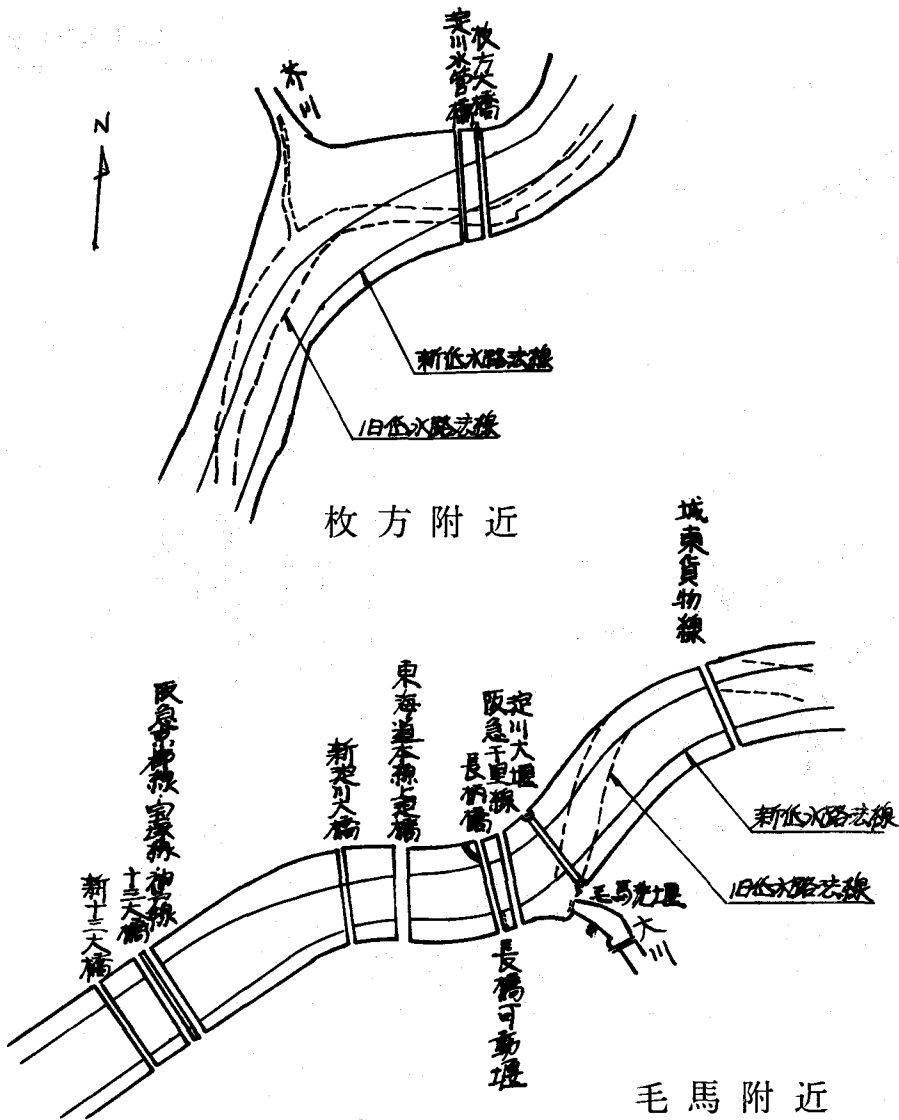
新淀川河口から9.2 Kmの位置の長柄橋のところにある長柄可動堰は上流の大川すなわち旧淀川へ70  $m^3/s$ 、神崎川へ10  $m^3/s$ を分流させることおよび上水道、工業用水等の取水のための水位維持並びに海水そ上の防止を目的とする一種の河口堰で、大正3年に起伏堰として設けられ、昭和10年に可動堰に改築されている。

また明治29年からの我国で初めての本格的治水工事である「淀川改良工事」によって明治43年に旧淀川をしめ切ってつくられた大川入口の毛馬洗堰、閘門はその当時のクラシックな姿で今も大川への流量調節をしており、我国の改修史上、偉大な足跡を残した明治改修のモニュメントとしてこゝを訪れる人たちに多くのことを語りかけてきた。そして長柄可動堰附近の淀川河道は洪水疎通上、一つのネックとなっており、可動堰は左岸に寄った低水路につくられているため、河のほぼ中央にくる新低水路によって機能を失うことになるので、可動堰を改造または別の位置に改築する必要を生じた。しかし改造については殆ど真上に長柄橋があり、また橋脚の根入れも深くないので別の位置に改築しなければならぬ。

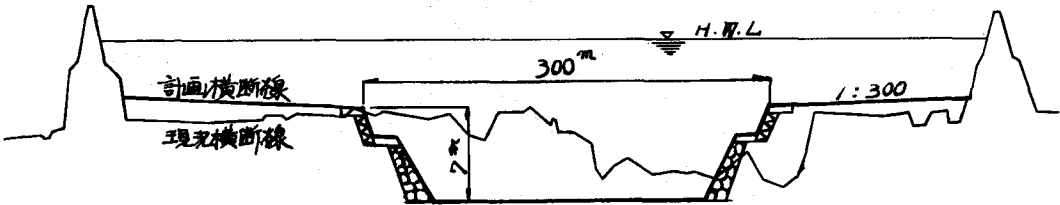
一方、大阪府は高潮時、大川下流の安治、尻無、木津の三川の防潮水門を閉じている間の大川の水を淀川へ排水するための330  $m^3/s$ のポンプ場を大川の入口附近に設けたいという要望をもっていた。これらの点および洗堰、閘門の老朽化を考慮して検討した結果、図-5のように大川の入口附近に下流からポンプ場、新可動堰、新洗堰、閘門と相互に隣接させてつくることになった。

このようにして新可動堰は淀川大堰と名づけ、新洗堰、閘門は毛馬水閘門と仮に呼んで既に昨年秋か

ら着工しているが、こゝでは紙面の都合上、淀川大堰について二、三説明する。



図一 3 新旧低水路線形



図一 4 計画河道標準横断面図

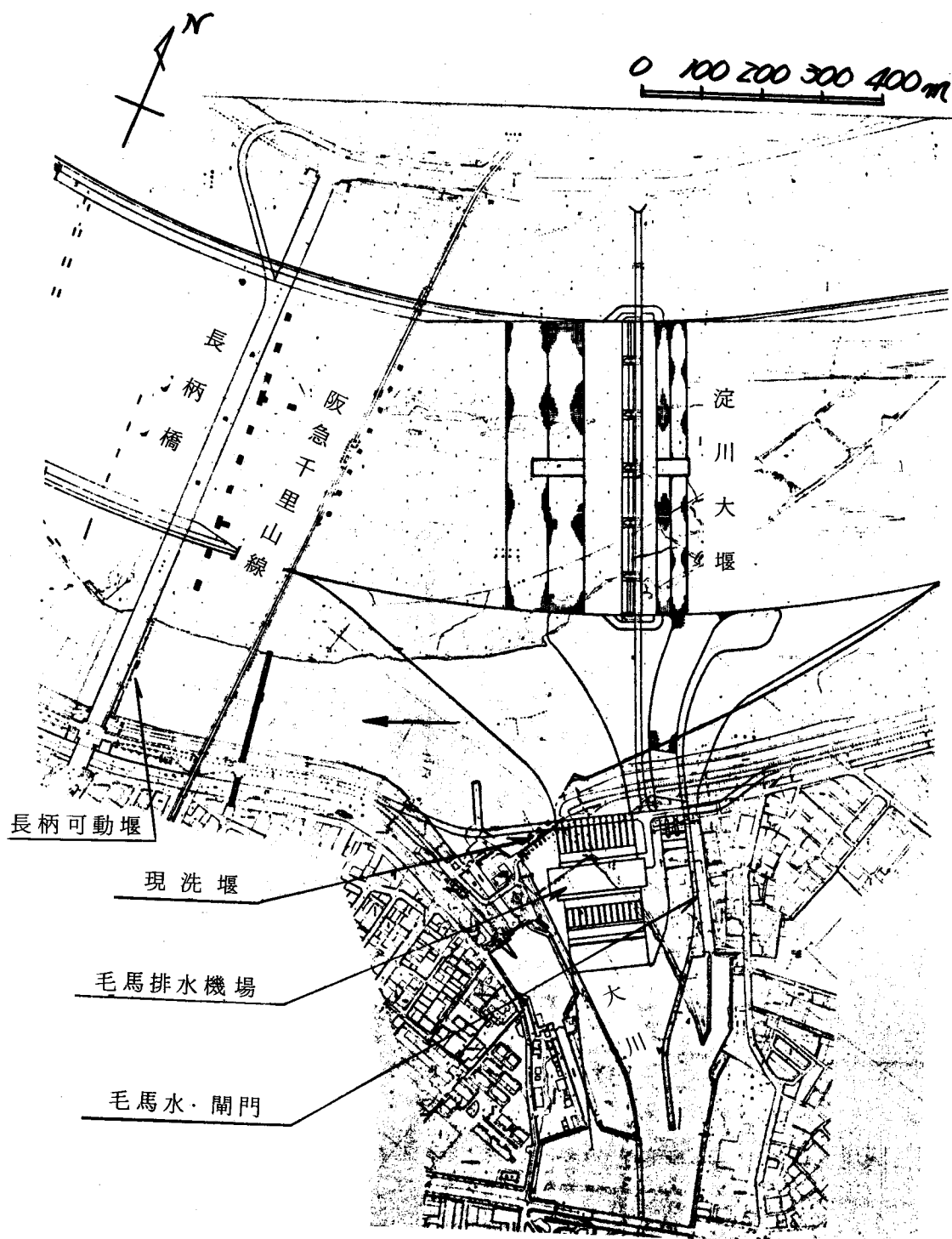


圖-5 平面圖

## 11 淀川大堰の基本方法

淀川大堰の構造を大きく左右するのは巾  $300\text{ m}$  の低水路のゲートのスパン割である。ゲートのスパンは治水上、とくに大阪市一帯の治水上の重要性、またこの堰が大阪の市街地の中心にあることなどを考えると、できるだけ大きいことがのぞましい。 $300\text{ m}$  を 6 分割すれば 1 スパン平均  $50\text{ m}$  となり、これはこれまで我国でもっとも長かった北上大堰のゲートと同じである。淀川大堰では平水時は両端のゲートのみで水量を調節できるので中央のメインゲートが洪水時のみ操作するのに比べ、操作回数が多く、操作の経済性や、構造が図-6 のように上下二段式で一つ一つのピースがスレンダーになることなどから、両端の調節ゲートは河川管理施設等構造令（案）の規定の  $40\text{ m}$  とし、中央メインゲート 4 門のスパンを  $55\text{ m}$  とした。この結果、メインゲートのスパンは我国最大のスパンとなった。

調節ゲートを二段式として、できるだけ上段ゲートの上を越流させることにしたのは一枚式のゲートで下からエプロンの上を水を出すのに比べて、下流の潮位の変化に応じて操作する必要がなく、操作回数が著しく少なくなること、エプロンの保護などによるのである。

尚、今の長柄可動堰の計画最高水位は  $\text{O.P.} + 3.3\text{ m}$  であるが、低水路が全川完成したときは上流の取水のために  $\text{O.P.} 3.5\text{ m}$  程度の水位を考えておく必要があること、これまでの調査で地盤沈下分は  $30\text{ cm}$  も見ておけば十分であることなど考えて、ゲートの天端高は  $\text{O.P.} 3.8\text{ m}$  とした。そしてエプロンの数高は低水路の計画数高  $-3\text{ m}$  に  $1\text{ m}$  余裕を見た  $-4\text{ m}$  としたから、ゲートの全高は  $7.8\text{ m}$  となる。

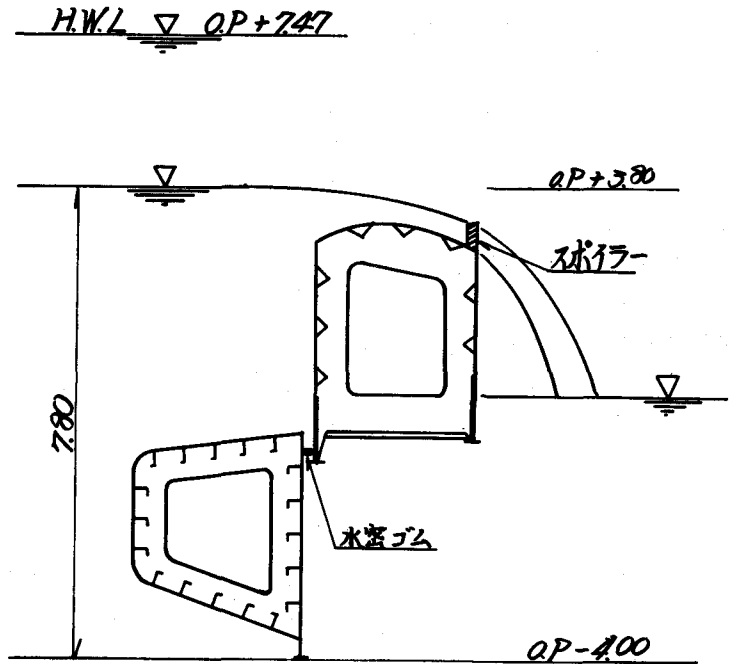


図-6 調節ゲート断面図

## 12 淀川大堰の堰柱基礎およびゲート

堰柱の基礎はゲートを通して強大な水圧を支え、また堰柱および管理橋の重量や地震力を支えるから極めて重要である。

表層の沖積層はもっとも左岸よりの北柱位置で厚さ  $15\text{ m}$  程度で、それ以外は  $2\sim 5\text{ m}$ 、その下は洪積層となっている。N 値では沖積層は 20 以下、洪積層は 20 以上が圧倒的で  $\text{OP} - 21\sim 22\text{ m}$  附近の厚さ  $1\text{ m}$  程度のシルト粘土層は  $10\sim 20$ 、その下の天満砂礫層は  $40\sim 50$  である。

基礎のタイプは直接基礎、杭基礎、ウエル、ケーソンについて比較した結果、ケーソンを採用したが、これは地震時、上部水平荷重が  $3420\text{ トン}$  と大きいので、これに対する抵抗の信頼性、エプロンの

敷高が地下水位より 6.5 m も低い、この締切、排水、掘削をまたずに施工できる工程上の有利性、基礎地盤の確認、沈下の確実性等を重視したためである。

尚、ケーソンの長さは堰柱の長さからきまる 22 m とし、巾は偏土圧をうける両端の堰柱のケーソンの安定計算から 10 m とした。

根入れはエプロン敷高 - 4 m からまず 10 m として安定計算をしたが許容底面剪断力を超えるのでその下のシルト粘土層をつきやぶって OP-23~24 m の天満砂礫層まで到達させることにした。このため根入長は 19 および 20 m となり、これにより最終的な安定計算を行なった。

ゲートの構造型式はこの種ゲートでは一般的なシエル構造でまず水をとめるスキンプレートをシエルの上流側または下流側のどちらにつけるかであるが、下流側が海水であることと、スキンプレート下端から噴出する水流を戸溝にあてたくないことなどから、下流側につけることにした。ただし二段ゲートの上段は下段のスキンプレートが下流面であるから上流面になる。

ゲートの技術上の問題は大体において二段ゲートに集約されており、たとえば上段扉の溢流面は負圧が少くなるような形状とし、下段扉の下の方の傾斜は小さいと流速の関係で水圧が低下し、下向きのダウンプルの力がはたらく。これは下流端にリップという抵抗板をとりつけることによってもダウンプルを小さくすることができる。

また振動防止対策の二、三としては先に述べた溢流面形状の外に越流水脈の前後が空気がつながるように、溢流面の下流端に水脈をわけるスポイラーをつけたり、ゲートの中が気密にならないように空気孔をつけたりしている。

そして上段ゲートの下面には波によってゲートを上へ持ちあげる衝撃力を生ずるので下面は波をある程度殺すような部材をとりつけたり、開口部分を設けたりする必要がある。また上下段ゲート間の水密は下段ゲートのスキンプレートには海水により付着物のつくことも考えられるので、上段ゲートのスキンプレートを水密ゴムの接触面にする。ゲート内部へは勿論、給排水孔を通して水が出入りするようになっている。

### 13 内水排除

河への排水が不十分のため、市街地や耕地に雨水すなわち内水がたまるのは、破堤による洪水すなわち外水の氾濫よりは被害の程度が低いとしても、家屋、工場、商店や耕地の浸水、病気の発生、交通機関の停止など国民生活にあたえる直接、間接の損失は決して小さくないのである。これはまた低地にも家がたち始めるなど、河川附近の土地利用が高度化したこともあって、内水問題は改修工事が進むにつれ、大きなウェイトを占めつつある。

宇治川の南にあって京都盆地の最低部にあった巨椋池は 4 里 8 百町歩といわれ、昔、宇治川は巨椋池に流れこんでいたのを豊臣秀吉は軍事目的もあって、巨椋池から分離させた。しかし洪水時は宇治川の遊水池となっていたのを、池の周辺の氾濫による被害をなくすため、明治後期の改修工事により完全に切りはなされて独立の池沼となった。そして昭和 7 年から食糧増産のため、農林省、京都府により干拓が始められて昭和 16 年にしゅん工した。その当時は旧巨椋池およびその流域 53 Km<sup>2</sup> は大部分水田であったのが、今では畑地と宅地とが相当部分を占めるようになり、水田のような湛水が許されなくなり、干拓当時設けられた約 40 m<sup>3</sup>/s のポンプ場の能力を 4 倍にする必要が生じたのであった。現在この増加分 120 m<sup>3</sup>/s のポンプ場を建設中で、4 台のポンプを収容する建家は長さ 72 m、巾 57 m で三階建ての巨大なものである。

巨椋池の変遷はまさに時代と河川改修の移り変りをあざやかに書き出していると言えよう。



## 14 淀川河川公園

これまでいわゆる「河川敷公園」として沿川の市町村が河川敷の占用の許可を得て簡単な小公園や運動場などをそれぞれ独自に設けている例は全国各地にあるが、淀川のように毛馬から三川合流点まで長さ 25 Km（第一期）にわたって、広大な高水敷と、間を流れる低水路を一体としてとりこんだ一つの広域公園を国営公園として改修担当工事々務所によって建設に着手したのは我国ではじめてである。

淀川では河川公園の基本要素として次の五つを考えた。

### (1) 休養広場

河川管理上の理由により、施設の種類や大きさにある程度の制限はあるが大体に於て都市公園のスタイルをとる広場で、大小とりまぜて適当な間隔に設け、そのいくつかには船着場も備え、(5)の自転車道、遊歩道の休憩所ともなるもの。

### (2) 人工緑地

人工的または半人工的な種々の野草の草原や花畑、あるいはかん木を配置した広い芝地で、既設のゴルフ場もその位置やコースの配置に考慮を払えばこの中に含まれると考えられる。

### (3) 自然緑地

いわゆる自然保護区域として治水上支障のない限り、天然の草地、アシ原などを全く手を加えないで残す。

### (4) 運動広場

もっとも需要の多い野球場をはじめとして、運動場、テニスコート、バレーコートその他である。

### (5) 公園の全域を貫く自転車道、遊歩道で途中何ヶ所かで両岸を船で連結する。

淀川河川公園は新改修計画により、低水路の両側に 900 ヘクタールという広大な高水敷ができるので、そののぞましい且つ公共的な利用の方法を検討した結果、生まれてきた構想である。したがって改修工事の結果として公園の敷地ができあがるのであって、一部の人の言うような河川公園をつくるためにアシ原の整地工事をしているというのではないのである。

## 15 おわりに

かつては河川の機能は治水と利水との二つと考えられていたが、今や環境としての機能も要求されるに至った。しかしこれら三機能は併列されるべきではなく、重層構造と考えるべきであり、治水が不十分で利水が安定する筈はなく、治水、利水の条件が整ってはじめて環境を考える余地がでてくるのである。

つまり一つの構造物にたとえば杭基礎が治水、その上のベースのコンクリートが利水、その上部の構造が環境というように考えることができる。土木技術の知識のない人たちは構造物の下に大がかりな基礎工事がなされているのを知らない。環境を保護するために改修工事をやめよという意見もこれに似ているのではないだろうか。それはさておき、計画高水量の大巾な増加というきびしい条件の中であって尚、我々河川事業にたづさわる者は「自然と社会への調和」ということを配慮すべきであろう。

## 感 謝

この稿はたとえば下記の資料を参考にした外、内容全体にわたり、淀川工事々務所に関係したメンバーの永年の努力の積重ねの上に成り立っていることは言うまでもない。こゝではその一部を紹介し

たに過ぎないが、淀川の新計画に情熱を傾けた多くの方たちに敬意と感謝の意を表する次第である。

### 参 考 資 料

近畿地方建設局 淀川の治水計画とそのシステム工学的研究 45 年

建設省土木研究所 淀川河道計画模型実験報告書（その 1） 46 年 3 月