

# 大規模広域利水計画

本間 尚雄 高橋 和助 瀬尾 直正

1. ま え が き
2. 利根川下流部の運河化による水総合開発計画
  - 2.1 運河による水の総合利用
  - 2.2 利根川下流部の運河化による利点
  - 2.3 む す び
3. 河川中流部連繋による関東平野の広域利水計画
  - 3.1 流 量 資 料
  - 3.2 流 量 の 調 整
  - 3.3 ダムと利用水深の関係
  - 3.4 利水・治水に関する利点
  - 3.5 その他の利点
  - 3.6 経 済 効 果
4. 琵琶湖・猪苗代湖連繋による本州中央部広域利水計画
  - 4.1 気 象 の 概 要
  - 4.2 流 量 関 係 資 料
  - 4.3 水路ならびに貯水池
  - 4.4 新規開発水量と経済効果
  - 4.5 む す び
5. 紀伊半島からの琵琶湖導水計画
  - 5.1 気 象 の 概 要
  - 5.2 琵琶湖の概要
  - 5.3 琵琶湖導水計画概要
  - 5.4 取水量の検討
  - 5.5 工事費の概算
  - 5.6 経 済 効 果
  - 5.7 む す び

## 1. ま え が き

昔から中国では「黄河を治めるものは国を治める」といわれてきた。水と空気と土地なくしては人類は存在すらできない。いかに現在の高度文明を人類が誇ろうとも、この3要素を無視しては文明は成り立たないであろう。

人類は水と土地を求めて大都市を發展させてきた。日本最大の平野、関東平野に發達した東京もまさにその範疇である。生活を農業に頼っていた時代は主として自然の水条件の中でしか生産は發展できなかった。しかし、工業が中心の社会ではこのような自然条件の平衡状態とは無関係に都市部が發展するに至っている。

特に日本ではこの傾向が激しく、放任的高度成長政策の結果、世界における最大の公害国家といわれるまでになっている。単に、水需要の増大による水不足だけではなく、下水、廃水処理の不完備による水汚染などを通して公害問題を引き起こすと同時に、使える水も使えなくなり、水不足をさらに激化せしめている。治水、利水と同時に下水、廃水の浄化処理、すなわち、浄水問題も極めて重視しなければならないのは当然である。

日本は多雨国の一つであるが、地形が急峻であるうえ、雨期が集中しているため、洪水が激しく、水の利用率を悪くしているだけでなく、洪水の被害も大きい。日本における最大河川の

一つである利根川でも水の利用率は 20% 以下であるといわれている。

昭和 44 年 11 月に東京湾総合開発協議会の水資源委員会が「東京湾周辺地区（東京、神奈川県、千葉、埼玉の 4 都県）広域導水路計画試案」を発表している。この案では「現在考えられているダム計画や分水計画が計画通り進んだとしても、昭和 60 年には東京周辺で約  $68 \text{ m}^3/\text{sec}$  の水不足を来す。この水量は現在の東京都の 1 日最大使用水量（上水道のみ）の約 1.1 倍に匹敵する」と警告している。なお、同案では、この対策として、下水処理、海水淡水化の技術開発促進を提案するとともに、約 4,500 億円にのぼる広域導水路の建設計画を提案している。

上記のように東京周辺では恒常的水不足に悩まされると同時に、利根川はいまでもなく、都市部を流れる中小河川による洪水にも悩まされている。治水問題は東京が江戸と呼ばれた徳川時代から住民にとっては重大関心事であった。江戸を洪水から救うため東京湾に注いでいた利根川を幾多の難工事の末、当時独立していた鬼怒川や小貝川と合流せしめ、現在の利根川が出現した。利根川はそういった意味での人工河川であるため洪水にはもろく、被害もまた大きい。昭和 45 年 9 月産業計画会議で発表した「水資源開発研究に関する報告」の附属資料で伊藤剛氏は「利根川が最大計画洪水量  $26,500 \text{ m}^3/\text{sec}$  の水量で、行田、栗橋間で破堤した場合、1兆 4,000 億円の被害がでる」と述べている。

利根川における治水方針も幾多の変遷を経てきたのであるが、現在では上流部に治水用の大ダムを作り、洪水時にはこの治水用貯水池で洪水の 1 部をカットし、下流部でも遊水池で若干

の洪水カットを行なうが、主として高堤防にたより残りの洪水を海へ放出するという方針をとっている。

洪水時期の 7 月から 9 月の 3 ヶ月間は貯水池の洪水調整用分は常時あけておかなければならない。従ってこの部分は約 3 ヶ月間水資源の有効利用に使うことができない。しかもこの貯水池で洪水の調整できる部分は僅かであるから洪水の大部分は海へ無効放流せざるをえない。

これらの問題は一利根川と東京周辺だけでなく、大なり小なり日本全国の河川ならびにその附近の大都市大工業地帯の問題でもある。

このような現状にあって、国内資源であり、循環資源である限られた水資源を、治水・公害問題をも解決しつつ、電力、灌漑、水道、輸送などにわたって総合的に、一滴も余さず最大限に利用しようとする大規模計画を当所では検討してきた。

その一つは標高 300~500 m の山間地を縫った太平洋側と日本海側をも継ぐ大水路網計画で、第 4 章の「琵琶湖・猪苗代湖連繋による本州中央部広域利水計画」および第 5 章の「紀伊半島からの琵琶湖導水計画」がこれに相当する。

また、河川が山間部から平野部に出た所にはほぼ相当する、標高 100 m ラインを広域にわたって結ぶ計画の一例が、第 3 章の「河川中流部連繋による関東平野の広域利水計画」である。

さらに、河川の下流部において水を物資輸送をも含めて総合的に利用しようとする計画の一例が、第 2 章の「利根川下流部の運河化による水総合開発計画」である。

この論文では、各標高による段階ごとの広域利水計画の相互間の利水への影響には殆んどふれられていない。しかし、各水路はお互いに補

完的な役割を果たすもので、これらの水路を合理的に運用することによって、さらに効率を高めることができるのは当然である。

このような計画は他地域にも応用できるものであって、これらの諸計画を完成させることによって、日本の河川を完全に人間の制御下に置くことができるのも、そう遠い将来ではないと考える。

## 2. 利根川下流部の運河化による 水総合開発計画

### 2.1 運河による水の総合利用

日本における水行政の特徴は治水・利水・浄水（水の浄化処理）計画が総合されずにバラバラになっている点にある。日本の首都で、世界最大の都市である東京の後背地、関東平野を流れる日本最大の河川、利根川もその例にもれない。

水の輸送計画一つをとっても、電力は電力専用の、水道は水道専用の水路しか考えていない。昭和44年に東京湾総合開発協議会で発表した「東京周辺地区広域導水路計画試案」でも上水（含む工業用水）の水輸送しか考えていない。このような考え方では水資源が消費地から遠くなるにつれて水輸送費が高くなり経済的にも行き詰まらざるをえないであろう。かくの如き現状を打破するためには、治水、利水、浄水についての既往の考え方に立たない、抜本的な考え方を打ち出す必要がある。

この主旨に基いた抜本的な水問題の一解決策ならびにその一例として「利根川下流部運河化による水の総合利用計画」を提案する。この計画は利根川下流部の標高0~30m程度を対象としたもので、中・上流部（標高50m以上）の広域総合水利用計画は含まれていない。

この計画の主要部分は図2.1、図2.2に示す如くである。まず、利根川、江戸川の河口附近にダムを設け川と海を遮断する。しかし、最大計画洪水量を排出できるよう大型の水門を設置すると同時に、中小船舶の航行保障が行なえるように閘門も設置する。次に、利根運河よりやや上流に位する、利根川の中川村と江戸川の金杉村に水位を標高7~12mに保てるダムと水門、閘門を設け、その下流部は水位を標高0~3mに変動できるようにし、通常は水位を標高1mとする。なお、運河化のために、両河川の河川敷は全面的に掘削し、積載能力1,600t級のバージ・システムによる運航が可能となるように、水深は標高-5mとする。

これが第1段目の運河であるが、これにより最下流部で、利根川は巾約800m、江戸川は巾約400mの運河となる。この両運河を継ぐ現在の利根運河も改修を行ない、水深を標高-5mによすとともに、可能な限り巾200mに拡張する。

次に栗橋下流部に水位を標高14~17mに維持できるよう、水門、閘門つきのダムを設け、その下流を第2段目の運河とし、第1段目と同様河川敷を全断面掘削し、深さも同様に水深5m以上がとれるよう運河底を標高2mとする。

さらに、行田市にある現在の利根川大堰を改修して水位を標高21~24mに保てるようにし、その下流を第3段目の運河にすると同時に、古河遊水池近辺の低湿地も改修し運河化する。

また、利根川大堰より上流の第4段目の運河は、行田市西部と熊谷市東部を通る巾200mの運河で荒川系の運河と結ぶ。この利根川と荒川とを結ぶ運河を通して両河川の水を自由に分配する。

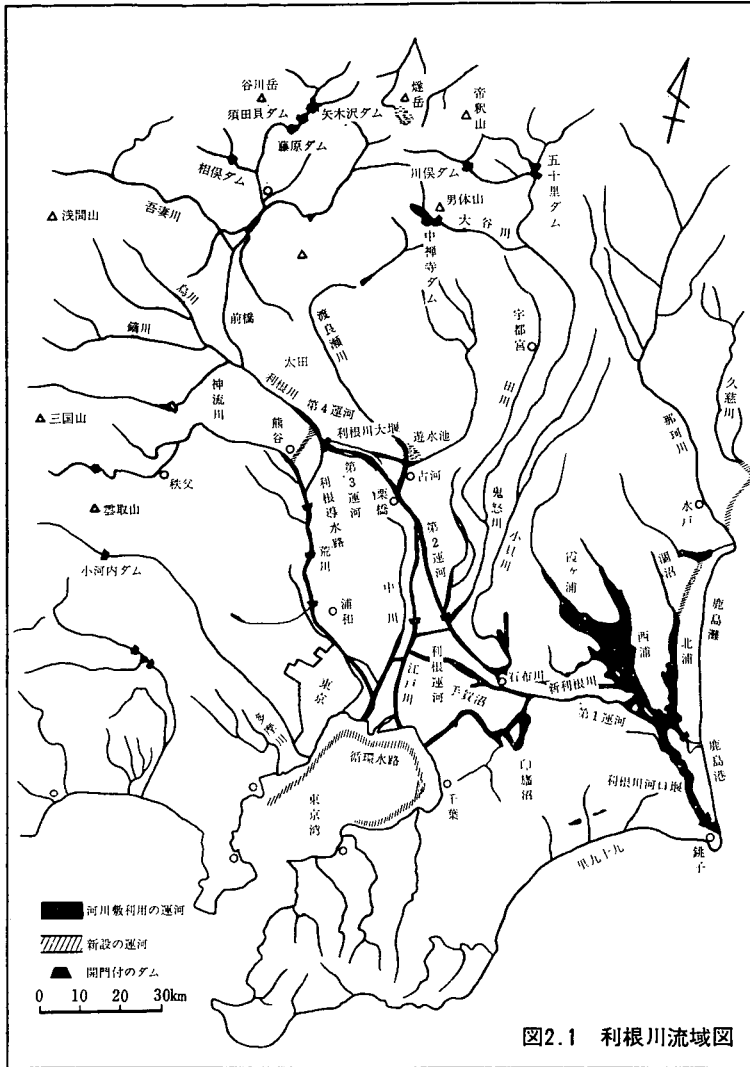


図2.1 利根川流域図

図 2.1 利根川流域図

各段に応じて低部から第1運河，第2運河，第3運河，第4運河と呼ぶことにする。

さらに上流部は必要に応じて運河化する。なお，第1運河と連繋して北浦，霞浦，新利根川も運河化し，印旛沼—花見川—東京湾，手賀沼—松戸—江戸川などの巾 200 m 級の新運河を建設する。これにより京葉地帯と鹿島工業地帯との連繋を密にする。また，北浦—一沼沼—那河川—水戸—久慈川を運河化することも決して困難ではない。将来は，利根川，荒川だけでなく

多摩川，相模川なども運河によって継ぐべきであろう。

このような利根川下流部の運河化を中心にした関東平野の運河計画の利点の主なものは次の通りである。

- i) 運河による有効貯水量の増大
- ii) 発電量の増大
- iii) 放水量増大による治水用ダム貯水池の水有効利用
- iv) 各河川連繋による水有効利用

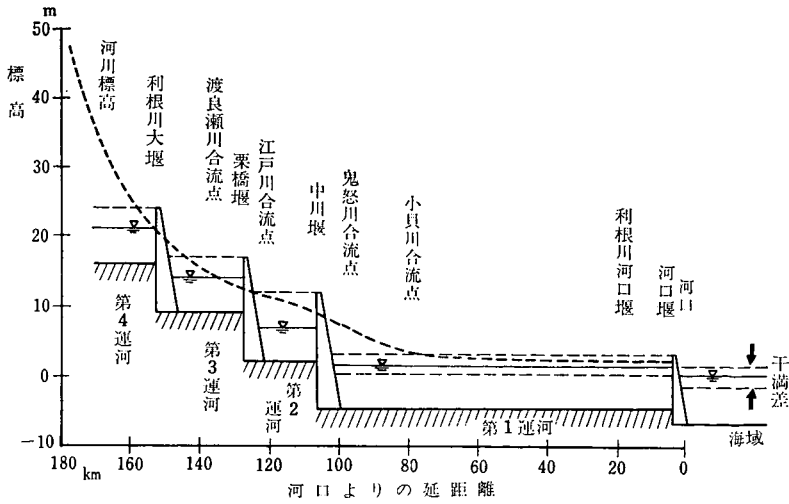


図 2.2 利根川下流部運河縦断面図

- v) 運河による物資輸送
- vi) 運河掘削土砂による土地埋立て
- vii) 運河周辺地域の開発
- viii) トラック輸送の減少による公害防止
- ix) 下水と運河分離による水汚染の防止
- x) 運河による漁業の発達
- xi) レクリエーション地帯の建設

表 2.1 運河有効貯水量

	有効水深 (m)	表面積 (10 <sup>6</sup> m <sup>2</sup> )	有効貯水量 (10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> )	年平均 利用水量 (m <sup>3</sup> /sec)
第 1 運河	3	110.4	331.4	10.5
第 2 運河	5	20.2	101.0	3.2
第 3 運河	3	44.0	132.0	4.2
第 4 運河	3	9.0	27.0	0.9
計		183.6	591.4	18.8

2.2 利根川下流部の運河化による利点

2.2.1 水に関する利点

a) 運河による貯水効果

第1運河は通常水位を標高1m位に保ち、運河地帯への海水の侵入を防ぐが、干満の中心である標高0mに水位を下げてても海水の浸透速度は非常に遅いのでそれ程問題にならない。従って有効水深(運河水面の変動巾)は3mとすることができる。第2運河は水の有効利用を考慮して有効水深を5mにとり、古河遊水池を有効に利用する目的もあって第3、4運河も第1運河と同様に有効水深を3mにしている。この有効水深に基く運河の有効貯水量は表2.1の如く総計約5.9億m<sup>3</sup>で、この貯水を年1回利用するものとすれば年平均約18.7m<sup>3</sup>/secとなる。この貯水を上水として利用し、その平

均単価を15円/m<sup>3</sup>とすれば年料88.6億円に相当する。

なお、この貯水量には霞浦、北浦、新利根川、印旛沼、手賀沼、小貝川、鬼怒川、渡良瀬川、荒川などの諸運河によるものは含まれていない。従ってこれら諸系統の運河化が実現した場合には、貯水効果はさらに大巾に増大するであろう。

b) 発電効果

この計画では運河は標高により4段に別れているが、その水位差は各段とも大体7mになっている。この水位差は水力発電としては極めて低落差であるが、チューブラー・タービンを用いるならばかなり経済的な水力発電の開発が可能である。

その発電計画の概要を表2.2に示したが、

表 2.2 発電計画概要

ダム地点名	下流運河名	有効落差 (m)	最大使用水量 (m <sup>3</sup> /sec)	最大出力 (kW)	年発電量 (10 <sup>6</sup> kWh)	揚水発電量 (10 <sup>6</sup> kWh)
中川	第1運河(利根川)	6	2,000	104,000	80	91.0
金杉	第1運河(江戸川)	6	1,000	52,000	43	45.5
栗橋	第2運河	7	2,000	120,000	129	105.0
利根大堰	第3運河	7	1,000	60,000	121	52.5
計				336,000	373	294.0

揚水発電ならびにポンプ・ステーションの効果をもたらせるため、その地点の年平均流量に比して極めて大容量の発電機を備えている。当然のことではあるが、揚水発電所でもあるので全発電機と水車を可逆式とする。前述の如く各段階の運河とも相当な貯水能力を持っており、この貯水効果を利用して揚水発電を行なうことは、低落差ではあるが、地点が電力の大消費地の首都圏内にあるだけ極めて有利である。なお、この計画には昭和41年の流量観測値を使用しているが、表2.3にその値を示す。

表 2.3 昭和41年の流量概要

ダム地点名	測水所名	年平均流量 (m <sup>3</sup> /sec)	最大流量 (m <sup>3</sup> /sec)	発電用年平均流量 (m <sup>3</sup> /sec)
中川	芽吹橋	195.2	2,706	179.8
金杉	流山	110.3	1,280	97.2
栗橋	栗橋	279.1	4,184	247.1
利根大堰	古戸	233.4	3,559	204.0

(建設省河川局、「昭和41年流量年表」より)

また、年間発電量を計算するに当っては、使用最大水量以上の流量、ならびに1日に50～100回の閘門に利用する水量は無効とする。

ただし運河による有効貯水は年1回利用するものとする。

水利用の観点からすると、水の状況に応じて各段階の運河の水を大量、急速に操作できることが非常に大切である。たとえば最下流部附近に大量の降水があり第1運河の流れが急激に増えた場合、この水を海へ放出することは簡単であるが、水資源の有効利用とは云えない。も

し、上流部の運河や他河川に余裕があるなら、その部分へ第1運河の水を揚水して1時貯溜し水資源として活用すべきである。運河の貯水効果について先に述べたが、このように揚水発電設備を揚水機として利用すれば、年1回の利用ではなく数回にわたって利用することも可能となる。従って上水資源増強に運河を利用するという点での経済的効果はこの回数に比例して著しく向上する。

表 2.4 発電による収益

	年発電量 (10 <sup>6</sup> kWh)	収益単価 (円/kWh)	年収益 (億円)
直接	373	6	22.4
揚水	294	3	8.8
計	667		31.2

この運河計画における発電による経済的効果は表2.4に示す通りである。直接の発電量は年3.74億kWhであるから、その単価を平均6円/kWhとすると22.4億円の年収となる。また揚水による年収は4時間ピークとし、年利用率をその60%とすると年2.94億kWhである。揚水に必要なとする電力の燃料費を考慮して、揚水発電による平均収益を3円/kWhとすると年8.8億円となる。従ってその合計は年31.2億円である。ただし、この値は昭和41年の利根川の流況によるものである。

水力発電所建設による年経費は利息を7%とすると、建設費の約10%である。従って、この運河建設の際に発電効果として負担できる金

表 2.5 利根川, 荒川水系の治水用貯水池概要

河川名	ダム名	発電所名	貯水池 有効容量 ( $10^6 \text{ m}^3$ )	最大出力 kW	計画洪水量 ( $\text{m}^3/\text{sec}$ )	洪水調節量 ( $\text{m}^3/\text{sec}$ )	洪水時満水 (位m)	制限水位 (m)	治水用貯水 (量 $10^6 \text{ m}^3$ )	目的
利根川	八木沢	矢木沢	175,800	40,000	900	600	850.6	850	22,100	F. A. P. W
利根川	藤原	藤原	35,900	21,600	1,270	670	654	639	21,200	F. A. P.
片品川	藪原	藪原第1	14,140	26,000	2,350	800	565	550	11,140	F. A. P.
鬼怒川	五十里	川治第1	46,000	15,300	2,000	1,000	586	575	34,800	F. A. P.
鬼怒川	川俣	川俣	73,100	27,000	1,350	800	976	965.5	24,500	F. A. P.
赤谷川	相俣	相俣	20,000	7,300	650	320	565	553.5	9,400	F. A. P.
神流川	下久保	下久保	120,000	15,000	2,000	1,500	296.8	283.8	35,000	F. A. P. W.
荒川	二瀬	二瀬	21,800	5,200	1,500	700	544	536	21,800	F. A. P.

額は 312 億円となる。

チューブラー・タービン型の発電機を採用すると、発電所の建設費はダム費を別にとすると殆んど発電機械費だけになる。チューブラー・タービン型の発電機の単価を 3 万円/kW とみると、総出力は 336,000 kW であるから、発電所の総建設費は約 100 億円程度となる。すなわちダム建設費のうち約 200 億円を発電所で負担することができる。しかも、ポンプアップ・ステーションの効果はそのまま残る。

### c) 治水効果

この運河建設に当っては河川数は全断面掘削し、しかもバージの就航を可能とするため各運河とも水深 5 m 以上に保てるようにしているので、洪水時における河川断面積が著しく大きくなる。従ってこの運河系による放水量も極めて大きくなり、マンギの公式を用いた試算によると、現在、用いられている栗橋下流部における最大洪水量  $26,500 \text{ m}^3/\text{sec}$  の全水量をこの運河系だけで放出することが可能である。

この計算に当ってはマンギの公式に用いられている粗度係数  $n$  は水路断面の周囲が土砂の場合の 0.03 とした。なお各ダムには、4,000～5,000  $\text{m}^3$  の洪水吐用の水門を設け、各ダムにおける損失水項が 50 cm 程度となるようにした。また、計算に際しては、運河による貯水効果と印旛沼や荒川を通しての放水量は考慮に入

れなかった。もちろん、この計画の実施に当っては更に精密な模型実験や計算で十分に検討すべきことはいうまでもない。

このように全洪水量を運河で放水することが可能となると、既設、未設の治水用貯水池は全て利水用に活用することができる。表 2.5 に利根川、荒川の upstream にある治水用貯水池の現状を示したが、この表にもある通り洪水期に洪水カット用としてあけておかなければならない貯水量は合計約 1.8 億  $\text{m}^3$  となり、これを年平均化すると  $5.8 \text{ m}^3/\text{sec}$  となる。この貯水量を上水とし利用し、その単価を 15 円/ $\text{m}^3$  とすると 27 億円の年収となる。

また、一方では治水用貯水池はすべて発電にも用いられている。治水用貯水池が発電にも有効に利用される場合の効果には、貯水池の水位上昇にともなう kW 増によるものと、使用水量の増大にともなう kWh 増によるものとの二つの面がある。

これらの効果計算は実際の貯水池利用と照らして判断しなければならないので単純ではないが表 2.6 のように概算できる。

kW 効果は貯水池を有効に利用した場合治水用の水深だけ各発電所の落差は増大し、従ってそれだけ kW 増となる。各貯水池より生ずる kW 効果は表 2.6 に示すとおりであるが、その合計は約 15,000 kW に達する。治水用に貯

表 2.6 運河計画による発電増分

発電所名	落差増 (m)	有効落差 (m)	出力増 (kW)	発電量増 (10 <sup>6</sup> kWh)	下流増を含めた 発電量増 (10 <sup>6</sup> kWh)
八木沢	0.6	113.1	1,200	5.81	43.7
藤原	15	92.3	3,620	4.31	31.8
藪原第1	15	151.9	2,470	3.82	14.5
川治第1	11	113.3	1,470	8.90	47.2
川俣	10.5	107.0	2,650	5.91	55.5
相俣	11.5	91	920	1.91	12.3
下久保	13	148.5	1,310	11.76	23.8
二瀬	33	82.6	2,050	3.57	26.8
計			15,690	45.99	255.6

水池をあけておく期間、すなわち洪水期は7～9月である。近年、電力の需要傾向が夏ピーク型に移行しており、丁度この期間と合致するため、この出力増は新たにピーク用発電所を建設したのに相当し、その価値は極めて大きく、約10億円の発電所建設に相当する。

kWh 効果も表 2.6 に示すとおりで、治水用の貯水量を年1回利用できるものとして概算した。その総計は約0.46億 kWh で単価6円/kWh とすると約2.7億円の年取増となる。

上記計算には下流増分が含まれていないが、八木沢や川俣発電所などでの下流増はそのダムにおける発電増分の7～8倍にも達する。利根川下流部の運河化計画が完成し、最下流部の第1運河の通常水位、標高1mまで発電に利用できるようになったとして概算したのが表 2.6 である。その総計は発電量にして約2.6億 kWh、年取にして約16億円増に相当する。

#### d) 各河川連繋による水の有効利用

水深5m、巾200mで水位勾配1/10,000の場合、運河の通水能力は粗度係数を0.03とするとマンニングの公式によれば大体1,000m<sup>3</sup>/secである。水位が3m上昇すると運河の水深は8mとなり勾配が同じく1/10,000でも、通水能力は約2倍の2,000m<sup>3</sup>/sec以上となる。もしこの場合、水位勾配が3/10,000となると通

水能力は3,500m<sup>3</sup>/secを超える。

利根川と荒川を第4運河の標高21m地点、すなわち行田、熊谷市付近で巾200mの運河により連結すると、この運河の長さは約10kmである。従って、利根川、荒川両系の運河のいずれかの側で1m程度の水位差をつければ最低1,000m<sup>3</sup>/sec、最高2,000m<sup>3</sup>/sec以上の水輸送がどちらの側にも行なえる。特に洪水時など両系運河の水位差を3mにすると最高3,500m<sup>3</sup>/secの水輸送が可能とする。利根川大堰より取水し、荒川を通して東京への水の輸送をしている武蔵水路の流量が通常20m<sup>3</sup>/secであるのと比較すると、運河は断面が大きいだけに小さな水位勾配でも桁違いに大きな輸送能力を持っていることは明瞭である。

荒川の熊谷付近における最大流量は昭和41年度では1,785m<sup>3</sup>/sec(大戸橋流量観測所)であるから、この連絡運河を利用するならば、この程度の洪水調節は極めて容易である。

この強大な連絡運河の水輸送能力を活用して、両河川の運河化による貯水能力を最大限利用するならば、その下流部の東京周辺の一大水消費地帯の水の需給に有効にしかも敏速に応じることが可能となるであろう。

その他、中川、古利根川、隅田川などの近接中小河川や、さらに遠くは多摩川、相模川、那珂川、久慈川などが最下流部にある第1運河系に組み込まれた場合は、関東一帯の広域におよぶ水資源の総合的有効利用が可能となるであろう。

### 2.2.2 物資輸送に関する利点

#### a) バージ・システム

内陸航路では通常波浪が非常に小さいので、物資輸送にはバージ・システムが最も経済的であるとして一般に用いられている。このバージ



・システムは米国の内陸航路で発達したものであるが、近年日本でもその経済性が着目され、主として瀬戸内海、東京湾など波浪の小さい湾域で埋立用の土砂運搬に採用され、大いに実績をあげつつある。

バージとはいわゆる「はしけ」のことであるが、バージ・システムでは機関部と船倉部に別かれている。機関部は押船・曳船であり、船倉部はバージである。それは丁度列車における汽関車と貨車に相当する。押船やバージはできるだけ運河の維持費が安く、しかも大量に輸送できるよう、吃水を浅く、天場を低くしている。

バージ・システムの第1の利点は運賃の安いことである。通常の船舶に比較してもトンキロ当りの運賃は半分程度であるが、バージ・システムを合理的に用いる場合、普通貨物でトンキロ当りの運賃はトラック輸送の約30分の1、鉄道輸送の約6分の1といわれている。第2の利点は輸送員が少なくすむことである。1船団数千トンの物資輸送でバージ・システムの場合、近距離輸送で5～6人、長距離輸送で10～12人ですむ。トラックや鉄道で同量の貨物を輸送する場合、その数十倍の人員が必要であるといわれている。

その他、バージは積載容量当りの製造費が極めて安いので、貨物を満載するまでに相当長時間を要してもそれ程には運賃にひびかない。場合によってはこのバージを倉庫代りに用いても経済的に見合う程のものである。

利根川下流部の運河計画に当たっても、物資輸送にはこのバージ・システムを全面的に採用し、速度を必要としない物資の輸送における運賃を大巾に節減せんとするものである。そのためには、バージおよび押船の規格を定め、大量

生産するならばさらにバージ、押船の製造費を安くすることができ、輸送費も一そう節減できる。規格を定めるには、将来にわたっての輸送物資の種類とその量を慎重に検討すべきであるが、当計画ではバージ一隻の積載重量は1,600 t、1船団バージ2隻、押船も含め必要水深は4 mとし、運河の深さは土砂の堆積もあるので常に5 mを維持するように考えた。表2.7に上記性能をもった押船と底開土運船の規格を示す。

表 2.7 押船・バージ主要規格

押 船	
総 ト ン 数	127.15 t
長 さ	22.00 m
幅 さ	7.50 m
深 さ	3.60 m
吃 水	2.30 m
重機種類および馬力	過給機付ギャー ドディーゼル 620 PS×2
速 力	独 航 10 Kt 押 航 時 約 7 Kt

底 開 土 運 船

積 載 重 量	1,600 t
船 そ う 容 積	1,600 m <sup>3</sup>
長 さ	65.00 m
幅 さ	10.60 m
深 さ	3.70 m
吃 水	満 載 3.20 m
	0.50

(「建設の機械化」第172号より)

表 2.7 から判る通り、この一船団を一回の開門操作で運河を昇降させるためには、巾25 m、長さ80 m、深さ15～17 mの容積をもった開門が必要である。当然開門は前後に門扉を備えているが、洪水時には、両方の門扉を同時に開くことにより洪水吐門扉にも利用することが可能である。

各運河の境に設けるダムは地盤が軟弱であり基礎ならびに止水に相当の費用を要する。巾800 mとして100～150億円程度で必要な洪水

吐水門と閘門を備えたダム建設ができる。利根川、江戸川系の重要な4運河を建設するためには8地点にダムを構築する必要がある。従って、差し当って1,000億円程度のダム建設費を必要とする。

#### b) 輸 送 物 資

現状では、この運河系が完成しても、その周辺には物資の大量輸送を必要としている工場群や資材の集積地が発達していないので、一般の輸送貨物は非常に少ないのではないと思われる。本格的な運河を利用した物資輸送は後述の如く運河周辺に内陸工業地帯や港などが開発されてからであろう。

しかし、この運河系の東端にあたる茨城県の鹿島には大臨海工業地帯が建設されつつある。この鹿島臨海工業地帯の建設が予定通り進めば、昭和46年の年生産額は1兆円を超え、生産重量は数千万tになるであろう。原料、建設資材などをも併わせて、輸送を必要とする物質の量は億tの単位と見て差支えない。その主な輸送は海上によるとしても、後背地ならびに大消費地帯である東京への輸送物資は決して少なくないであろう。特に鹿島工業地帯附近では生産されていない砂利類の運搬には運河は重要な役割を果すであろう。

次に、運河周辺に工場地帯ができるまでは、都心の交通渋滞の大きな原因となり、従って自動車排気ガスによる公害の1原因となっている砂利、砂の運搬が東京に対する運河の重要な任務となる。また、運河周辺で出荷される野菜を中心とした生鮮食料の輸送にもこのバージ・システムは大きな役割を果すであろう。最近、運河利用可能とみられる千葉、埼玉、茨城、栃木、群馬の諸県から、野菜、果物、米などの東京への出荷量は年間100t万を超えており、この

3割程度を運河を利用し運ぶとしてもその取扱量は年30万tになる。

内陸地帯への輸送物資としては、京浜工業地帯で生産される日常生活必需品や農業用品などもあるが、比較的安全でしかも輸送費の安いバージ・システムによる石油輸送が、若干危険をともしない経費も高いトラックや鉄道による輸送に代って重要な役割を果すであろう。

特にこのような物資、輸送システムが定着する以前にあっては、運河建設中の掘削土砂や運河竣工後にも年々流出する年500万m<sup>3</sup>以上とみられている堆積土砂の運搬にはこのバージ・システムが威力を発揮する。

#### c) バージ・システムによる輸送効果

バージ・システムの最大の特徴は輸送費の安価なことである。押船の製造費はバージの製造費に比べて非常に高いので、1船団当りバージ数が多い程輸送費は安くなる。この1船団の大きさは運河や閘門の大きさ、輸送物資の量の問題ともからんでくるが、一応、この計画では1船団、押船1隻、バージ積載重量1,600t2隻を基準としている。その場合の押船の価格は15,000万円、普通貨物用のバージは6,000万円、特殊貨物用バージ(底開土運船、油槽船など)8,000万円程度である。

これらの船は比較的大型であるから鉄鋼船とせざるを得ない。その場合耐用年数は15年程度と考えられる。金利7%、スクラップ代10%とすると資本回収係数は10.6%となる。さらに固定資産税1%、修理費1%、管理費0.5%とみると年固定経費は13.1%となる。現在、群馬県太田市で砂利、砂を採集し、近県ならびに東京へ盛に運搬しているので、この例をとってトラック輸送とバージ・システムとの経費比較を行なってみよう。

表 2.8 太田市, 東京, 砂利・砂価格

単位:円

	砂 利		砂	
	25 mm	40 mm	荒 目	細 目
太田市採取価格	1,450	1,400	1,200	1,200
東京 価 格	3,000	2,900	2,800	2,700
差 額	1,550	1,500	1,600	1,500

表 2.8 は砂の太田市における採取場積み渡し価格と東京における  $m^3$  当りの価格の表である。この表からも判る通り、 $m^3$  当り 1,500~1,600 円の価格差がある。現在、輸送は殆んどトラックなので、東京・太田間の距離を 80 km として通常の砂運搬のトラック運賃で計算すると  $m^3$  当り 2,000 円をこしている。表の値が小さいのは大量契約に基いて輸送しているためと考えられるが、一応実際の価格差、すなわち 1,500~1,600 円を  $m^3$  当りのトラック輸送費とする。砂は  $1.6 t/m^3$  であるから t 当りの輸送費は 1,000 円とみなせる。

一方、バージ・システムで輸送すると東京・太田間は運河では 90 km となる。今、人件費を 350 円/h、押船の重油消費量を 180 g/psh 総経費を利益も含めて通常経費の 1.2 倍とすると t 当りの砂の輸送費は 65.5 円となり、トラック輸送の 15 分の 1 以下である。この数字は東京における砂利、砂の価格が輸送にバージ・システムを用いると、採取地と殆んど変わらないということを意味する。

普通貨物の場合平均輸送距離を 60 km とするとトラックによる運賃は 1,200 円/t である。

普通貨物をバージ・システムで輸送する場合その荷積み率を 80% とすると、その運賃は、30.4 円/t となり、トラック輸送の実に 40 分の 1 程度となる。

運河を利用する将来の物資輸送量を単純に推定することは困難であるが、バージ・システムを採用するとその運賃は上記の如くトラック輸送に比して 15~40 分の 1 であり、また鉄道貨物輸送に比して 6 分の 1 一般海上輸送費の半分程度なので、当面、バージ・システムによる砂、砂利類の輸送量を年間 100 万 t、平均輸送距離 90 km、普通貨物輸送量を年間 100 万 t、平均輸送距離 50 km と推測しても差支えないであろう。この貨物量をバージ・システムにより輸送した場合の年間経費節表年輸送費の比較約分を算出したのが表 2.9 で、約 21 億円にのぼっている。

なお、この運河系周辺に内陸工業地帯と居住地帯が完成すると、この運河を利用しての物資輸送量は飛躍的に増大するであろう。特に現在、輸送革命とまでいわれているコンテナ輸送とバージ・システムを結合すると運賃はますます安くなり、運河周辺の内陸工業地帯と臨海工業地帯での輸送に関しての工業立地条件は殆んど変わらないものとなるであろう。

### 2.2.3 土地に関する利点

#### a) 掘搾土砂による土地造成と改良

前記の如く利根下流部を運河化するに当たっては、現在の河川敷を殆んど全面掘搾するので、

表 2.9 年輸送費の比較

	年間輸送量 $10^4 t$	運 賃 (円/t)		年 輸 送 費 ( $10^8$ 円)		
		ト ラ ッ ク	バ ー ジ ・ シ ス テ ム	ト ラ ッ ク	バ ー ジ ・ シ ス テ ム	差 額
砂・砂利類	100	1,000	66.5	10	0.665	9,335
普通貨物	100	1,200	30.4	12	0.304	11,696
計				22	0.969	21,031

表 2.10 運河掘削土量と輸送量

	掘削土量 ( $10^8 \text{ m}^3$ )	輸送量 ( $10^8$ トンキロ)
第 1 運河	7.05	652
第 2 運河	1.78	158
第 3 運河	1.23	167
第 4 運河	0.77	125
計	10.83	1,102

運河掘削に際して莫大な土量が排出される。

表 2.10 に示す通り、全掘削土量は 10 億  $\text{m}^3$  を超え、この土をすべて運河を通して東京湾埋立に用いたとするとその輸送量は、1,100 億キロトンを超える。土砂の比重を 1.6 とすると平均輸送距離は約 70 km である。前章に示した如く 90 km を輸送する場合の単価は 65.5 円/t すなわち 0.74 円/トンキロである。平均輸送距離は 70 km であるが、上記の値をトンキロ当りの単価とすると  $\text{m}^3$  当りの平均輸送費は約 83 円となる。

実際の運河建設に当っては、運河の周辺を埋立てて内陸工業地帯や居住用の都市を建設しなければならない。そのために必要な土量は概算によると 2～3 億  $\text{m}^3$  を下らない。特に東京湾から遠い位置にある第 3、第 4 運河の周辺は低湿地が多く農地開発のためにも相当土量を必要としているだけでなく、古河遊水池を内陸工業地帯に変革するためには大量の土量を必要とする。その土量には第 3、第 4 運河建設の際の掘削土砂だけでなく、相当年数にわたって、利根川本流ならびに波良瀬川が排出する土をあてなければならない。

また、輸送距離の長い第 1 運河の利根川部分の掘削土砂は周辺地区開発に相当量使用しなければならないし、印旛沼一花見川系の運河が開発されれば東京湾への輸送距離は約 20 km 短縮される。

このような点を考慮すると東京湾埋立に利用する土量は 8 億  $\text{m}^3$ 、その輸送量は 700 億トンキロで  $\text{m}^3$  当りの輸送費は 65 円程度になる。

埋立地の平均水深を 7 m とし、さらに 5 m 盛土すると、8 億  $\text{m}^3$  の土砂で面積 67  $\text{km}^2$  の埋立地を開発することができる。その際の  $\text{m}^3$  当り輸送費は 780 円となる。埋立地建設には輸送費の他、護岸費、掘削積込費、盛土費などを必要とする。

埋立地の単位を巾 1 km、長さ 3 km とすると埋立の直接工事費の概算は表 2.11 の通りで、総係費を直接工事費の 20% とすると、総費用は  $\text{m}^2$  当り 7,100 円となる。現在、埋立地の価格は  $\text{m}^3$  当り 10,000 円前後しているので充分採算がとれる。

表 2.11 埋立直接工事費 (1 km×3 km)

	単 価	工 事 量	工事費 $10^8$ 円	$\text{m}^3$ 当り 工事費 円/ $\text{m}^3$
護 岸	10 <sup>6</sup> 円/m	8,000 m	80	2,700
掘削積込	100 円/ $\text{m}^2$	$3.6 \times 10^7 \text{ m}^2$	36	1,200
輸 送	65 円/ $\text{m}^3$	$3.6 \times 10^7 \text{ m}^3$	23.4	800
盛 土	200 円/ $\text{m}^3$	$1.8 \times 10^7 \text{ m}^3$	36	1,200
計			175.4	5,900

このことは運河建設の際の掘削費と土捨費を埋立による土地造成で負担しうることを意味している。

すなわち、東京湾に面積 67  $\text{km}^2$  の埋立地を開発し、また運河周辺の広大な地域にわたる低湿地の土地改良、内陸工業用地と住宅地を開発することによって、自然に運河が掘削されることになる。さらには利根川上流部より流出する土砂を浚渫運搬し、東京湾を経済的に埋立ることができるので、運河の深さを維持するための浚渫費を必要としない。

なお、東京湾埋立に際しては埋立地を防波堤代りとした巾 1～2 km の東京湾循環水路を

設け、バージ・システムにより京浜葉工業地帯の物資輸送を低廉、円滑化する。この東京湾循環水路（第0運河）と第1運河は江戸川、荒川、花見川などの河口にある閘門で連絡しているので、各運河におけるバージ・システムによる物資輸送の価値はさらに高まる。

#### b) 運河周辺地域の開発

日本の河川は洪水が激しく、土砂の堆積量が多いだけでなく、水害にも厳しいものがある。特に、明治の後半以後は鉄道、自動車の発展におされ、河川は治水、利水の観点からみられることがあっても、水運の観点からは殆んど顧られなかった。その結果、河川は交通を妨げる対象とされ、橋梁のある地点に人家が密集し、その他の部分は道路さえなく荒れるにまかせてきたのが現状である。

しかし、当運河系の計画が実現するとその様相は一変する。洪水に対してはこの運河系だけでも、現在の栗橋附近における最大計画洪水量  $26,500 \text{ m}^3/\text{sec}$  の放出が可能であり、その他、運河による貯水効果、 $2,000 \sim 3,000 \text{ m}^3/\text{sec}$  の能力を持ったチューブラー・タービンによる広域にわたる水操作力、さらには上流にある現在の治水用貯水池の洪水に対する一定の効果などを考慮すると殆んど水害の危険はなくなる。

従って、この運河の周辺は、水資源は豊富で、内陸航路により物資の輸送には便で、災害の危険の少ない、安定した地域となる。この条件は内陸工業地帯に最適である。

工業地帯として発展するためには、人口の密集、すなわち労働者が近辺に多数住んでいることが必要である。

運河周辺を内陸工業地帯として発展させるためには、鉄道、道路、運河を一体とした輸送、交通網の整備と、居住区、商業区、緑地区など

表 2.12 運河長 を適宜に配置した都市の整備が必要である。

		運河長 (km)
第 1 運河		151
第 2 運河		40
第 3 運河		19
第 4 運河		13
東京湾運河		100~150
計		323~373

このような整備を行なうならば、当運河系の全周辺は内陸工業地帯に

利用することができる。表 2.12 に各運河の長さを示す。この表にもある通り特に第1運河系は主運河だけで延長 150 km にもおよび、また海に面した外港との連絡が便利だけでなく、運河化が極めて容易な地点を全面的に開発するならば約 500 km にもおよぶ総延長に達する可能性を持っている。運河の兩岸の巾 1,000 m が内陸工業地帯の適地であるとする、その面積は第1運河だけで  $1,000 \text{ km}^2$  に達する。この面積は東京都の約半分に当る。もちろん、運河の特徴は運河のどこでも容易に荷上げ、荷下ろしができることにあるが運河周辺の工業地帯は上記のように平面的に発展するのではなく、陸運と水運が結合した内陸港を中心として発展するものである。

このような内陸港の建設計画は企業と住民が充分に話しあって、将来の摩擦をできるだけ少なくするよう決定すべきである。その際、特に必要なことは、運河周辺で現在すでに発展している諸都市の開発計画を慎重に科学的に行なうことであろう。

この運河系周辺にある人口 3 万人以上の都市は、東京を除いて数にして 30、その総人口は約 290 万人である。第1運河周辺だけでも 17 都市、人口約 180 万人である。これらの諸都市が運河開発によって受ける直接的な経済恩恵でも相当なものであるが、運河開発後の工業、農業の発展を考慮に入れるならば、その恩恵は計

り知れないものがある。

#### 2.2.4 公害に関する利点

##### a) トラック輸送の減少による公害防止

東京都における公害の大きな問題の一つとして、自動車の排気ガスによる大気汚染があげられる。この排気ガス汚染には鉛、亜硫酸ガス、一酸化炭素、オクシダントなどがあるが、この内、鉛と亜硫酸ガスによる公害は自動車に使用する石油燃料に含まれる鉛や硫黄の含有量を減らすことによって防ぐことができる。オクシダントは自動車の排気ガスに含まれるオレフィンと二酸化窒素が紫外線の作用で生成するもので、光化学スモッグの主要原因をなす生成物である。特に、このオクシダントと硫酸ミストが結合した場合は公害の作用が激しく、昨年、東京都の中野区、杉並区をおそい、校庭で運動中の多数の高校生に、呼吸困難、意識不明を含む大きな被害を与えた公害はこのような複合光化学スモッグによるものといわれている。

このオクシダントと一酸化炭素は交通が渋滞し、自動車の発進、停止の度合が増すにつれて多量に排出される。従って、自動車排気ガスによる公害を防ぐ主な方法は、燃料消費を少なくすること、燃料に含まれる有毒物質を除去すること、交通渋滞をなくすことなどである。

運河を開発し、バージ・システムにより物資輸送を行なう時は、トラック輸送に比較してトンキロ当りの燃料消費量は余り違はないが、エンジン一機当りの馬力が大きいので完全燃焼をさせ易いこと、運河には殆んど交通渋滞がないので自動車ほどには発進停止の回数が多いこと、道路と違って運河は巾が広く通風がよいことなどにより公害防止にはかなりよい影響を与える。また、東京都内の交通渋滞の大きな原因の一つに、東京を維持するための大型トラッ

クによる大量の物資輸送があげられている。バージ・システムを採用する場合はこのトラック輸送の相当部分を分担することができる。従って、昼間の交通渋滞を緩和させることができ、スモッグ対策の一助となるだけでなく、時間帯をうけての大型トラックの都内乗入れ規制も必要なくなるであろう。

さらに公害対策を一步進めて、都内の物資輸送を無公害自動車あるいは電気自動車で行なわせることもできる。これらの自動車を用いると現状では確かに都内における輸送費は高くなるであろう。しかし、都内の運河に面した物資集積所(卸市場)までの輸送費はバージ・システムを用いる場合、極めて節減されているので、この程度の費用負担には充分耐えうる。

また将来、バージ・システムによる石油燃料消費そのものが公害の原因となる時には、押船の動力源を電化することも決して困難ではないであろう。

##### b) 下水と運河分離による水汚染の防止

この運河は断面積が大きいので通常の流速は非常に小さい。利根川の年平均流量を流した場合でも運河における流速は5 cm/sec以下であり、年間数日しかない2,000 m<sup>3</sup>/secの流量で50 cm/sec程度である。従って、運河による水の自然浄化作用は余り期待できない。

運河における、特に第1運河における水を水資源として有効に利用するためには、下水を含めてこの運河へ流入する河川水の水質を一定限界に制限する必要がある。

昭和45年閣議決定による「水質の環境基準」では水道源水として最悪の場合でもBOD(微生物が生存するための酸素要求量)3 PPM以下とすることになっている。現在、利根川本流の下流部におけるBODは2 PPM以下であ

り、江戸川下流部では 5 PPM である。従って、利根川本流では今後周辺都市より流入する下水を完備し、BOD 3 PPM 以下に浄化して利根川に放流するならば極めて容易に BOD 2 PPM 以下に保つことができる。またその経費も決して多額ではない。

しかし、江戸川下流は BOD が 5 PPM であり東京周辺の諸河川における BOD 11~50 PPM に比較すると極めて良質であるとはいえ、水道源水としては不十分である。従って、江戸川周辺にある野田、松戸、市川の諸市をはじめ東京都の江戸川区、葛飾区など下水が江戸川に流入する人口密集地域の下水を完備することが急務となる。

表 2.13 江戸川周辺都市の人口

	市名	野田	松戸	市川	流山	計
人	35年国調人	54,150	86,372	157,301	25,672	323,496
	45.1.1 人	67,241	236,241	246,497	52,462	602,441
口	増加率 %	24.2	173.2	56.7	104.1	89.9

この地域の人口増は急激なものがあり、表 2.13 にもある通りこの 10 年間に倍近く増えている。従って、できるだけ早い時期にこの地帯の下水は完備する必要がある。それに必要とする費用の試算は行っていないが、おそらく数百億円を要するであろう。

これらの費用はその性格から云って、政府、地方自治体、企業が負担すべきものである。しかし、運河の流水の水質が水道源水として利用可能な程度に常に維持されているならば、上水として水の利用も可能である。すなわち、利根川本流と江戸川の年平均流量約 300 m<sup>3</sup>/sec の内、洪水時に無効放流される流量を引いた残りの 200 m<sup>3</sup>/sec 程度が水資源として利用可能になる。再利用が可能となればさらに 200 m<sup>3</sup>/sec の水が利用できる。年間にすると約 60 億 m<sup>3</sup>

の水量であり、上水の価格を m<sup>3</sup> 当り 15 円とすれば約 900 億円に相当する。従って、運河の水を水道源水として再利用が可能になるならば、下水完備のための数百億円程度の負担は決して無理ではない。

なお、運河の水質維持のために、下水を完備するだけでなく、運河の要所々々の運河底に気泡による空気供給設備を設けたり、道路における撒水車の如く、水の浄化設備を備えた浄化船を運航させるなどの工夫も必要であろう。

### 2.2.5 その他の利点

#### a) 運河による漁業の発達

この運河建設に当っては、河川敷を全面的に掘搾し、河口附近にダムを設けたりするので、運河全域にわたって特に河口附近では漁業に関する生態的な環境は著しく変化化する。

利根川における漁業生産高は極めて微々たるものであるが、それに携わっている人達にとってはこの環境変化は重大関心事である。河川敷がなくなるのでシジミの生産は殆んどできなくなるであろう。しかし、運河全域にわたって河川巾は広くなり水深も深くなるので、鯉、鱒などの大型淡水魚の生長にとっては有利となる。従って、運河に適した大型淡水魚の稚魚放流などを積極的に進めるならば、かなりの増産も可能となるであろう。

#### b) レクリエーション地帯の建設

現在、利根川、江戸川の河川敷の一部が、ゴルフ場、運動場などに利用されている。運河開発の際にはこの河川敷は全面的に掘搾されるので、このような広場がなくなる。

一方、この運河計画が進み、運河周辺が内陸工業地帯として発展すると、この地帯の人口も急激に増大する。従って、単に、現在、河川敷にある、ゴルフ場、運動場などのレクリエーション

ョン地帯の代替地を作るというだけでなく、将来の運河周辺発展に見合ったレクリエーション地帯を積極的に建設すべきである。

現状では、この運河周辺地帯の殆どどの地域にわたって都市化は進んでいず、田園と丘と水を配した一大レクリエーション地帯の適地が随所に残っている。

### 2.3 む す び

利根川下流部の運河化による水総合利用に関する当計画は、従来の水計画と抜本的に異なり、その影響する範囲は極めて多岐にわたっている。

地域的には、この計画は茨城、栃木、群馬、千葉、埼玉、東京、神奈川の1都6県にまたがっている。また、主運河だけでもその影響する所は関東平野の80%にもおよび、最終的には100%にもおよび可能性をもっている。従って、この運河計画によって直接的な影響を受ける人口も極めて大きい。関東平野に住む人口は日本の総人口の約20%の2,000万人を超えている。

運河化による利点として先に述べた通り、その影響する範囲は、治水、利水、浄水を含めての水問題、バージ・システムによる輸送問題、東京湾埋立てと内陸工業地帯化を含めての土地問題、さらには公害問題などにもおよんでいる。

従って、この計画を進めるに当っては、関連のある諸都県の自治体と住民代表、関連官庁と公団、さらには産業代表などの参加する委員会等を設け、民主的な討議の下で、綿密、科学的な計画を立てるべきである。

この計画の経済的な採算については、利点の各項で個々の場合は論じられているが、それを総合的にみる必要がある。

運河建設における第1の仕事は河川敷の土砂掘削と運搬であるが、その費用は東京湾埋立て、運河周辺の土地造成と改良で十分に負担することができる。

洪水時に全流量を海に放流するためには運河の兩岸にそれに必要な高さをもった堤防がなければならないが、現在の堤防で十分にその役割を果たすことができる。すなわち、新に堤防を築く必要はない。

ダム建設は主運河だけでも8地点1,000億円は必要と考えられるが、運河周辺の約1,500km<sup>2</sup>の土地が、簡単な護岸または着岸設備で内陸工業地帯もしくは住宅、商業地帯の適地となる。もしこれらの土地価格増をm<sup>2</sup>当たり5,000円と評価するならば、運河の全周辺で75,000億円相当の土地が新たに造られたことになる。従って、ダム建設費の1,000億円を負担するためには、75分の1、すなわち20km<sup>2</sup>程度の土地が利用されればよいことになる。

また、ダムに大容量低落差の揚水発電所兼ポンプ・ステーションを設ける時は、この運河系の発電効果だけで200億円程度のダム費の負担が可能であることは先にも述べた通りである。

この運河の水を水道源水として利用できるようにするためには、数百億円におよぶ下水ならびに浄化設備の建設が必要である。今かりにこの費用を1,000億円としても、先に述べた如く、この運河系による直接ならびに治水効果による貯水量は7.7億m<sup>3</sup>で15円/m<sup>3</sup>と上水の価格を評価するならば年115億円の収入である。この年間115億円の収入だけでもほぼ1,000億円の建設費の負担が可能であるが、運河の水の再利用も考慮するならば、上水の価格



を大巾に引下げても採算がとれる。

さらに、運河にバージ・システムを採用することにより、トラックの30分の1、鉄道の6分の1程度の輸送費で物資を大量に輸送することが可能となる。

これらのことは結果として、災害と公害のない、豊富、低廉な水資源と輸送手段をもった、工業、住宅、商業に適した安い土地を大量に提供することになる。

なお、運河建設に際し橋脚の補強を必要としたり、橋桁が低く押船の運航を妨げる場合、橋を改築しなければならない。しかし、運河化する利根川下流部と江戸川で付け替えを必要とする橋は殆んどないが、将来荒川、隅田川、中川などを運河化する場合は相当数の橋を改築しなければならないであろう。

この報告書に書かれている計画はマスタープランのマスタープランとも云うべき極めて概略的な計画であり、その評価もそれに準じたものである。従って、この計画は今後の調査研究により更に大いに修正すべき点があるのは当然である。

### 3. 河川中流部連繫による関東平野の広域利水計画

地球上の年平均降水量は約750mmと推定されている。これに比べ我国の年平均降水量は1,600mmと言われ、たしかに恵まれているが、我国特有の地域特性は水の有効利用の視点からみれば余り望ましいものとは言えないだろう。つまり国土面積の23%が700m以上の土地であり、農業に不適な、しかも傾斜15°以上で耕作できない山地が55%を占めており、そのうち30°以上の急傾斜地が24%しめられている山国だと言うことである。

したがって比較的水に恵まれていても、先のべたように山国であるがために、梅雨期、台風期、融雪期には水害の影響を受けざるを得ない。

従来、これらに対処するため諸々の施設が講じられている。例えばダムによる洪水調節とか、霞ヶ浦、印旛沼にみられるように平地帯に調整の場を設け洪水調節や利水に利用するとかがそれである。

これらは洪水を調節するという治水的視点が強く、利水の視点が弱い、従って豊富な降水量も大部分は地形上の関係から短期間のうちに河川流量となって海に流れてしまい無効放流が90%と言われている現状では新しい水需要に対処できないのは言うまでもない。

水需要の増大に伴って、水需要が一段と逼迫している現在、広域的、計画的に水資源開発をすすめ安定した水供給を確保することが極めて重要な課題となっている。しかし乍ら前述のごとく水の確保の見通しは暗い。それにつけ加えて、我国の“水行政”はバラバラの状態である。つまり飲料水は厚生省、工業用水は通産省、河川管理は建設省、農業用水は農林省、ビル用水は環境庁というように各省でのなわばりがあり、総合開発計画をまとめるにしても、なかなかスムーズに行かないという問題点がある。新全国総合開発計画でいくら格好のよいことを唱えても“水行政”の一元化なしには、すみやかに事が進まないであろう。

従来水資源開発は縦系列の開発が主で横系列の開発は殆んど行なわれていない。従って真に水問題の解決に当っては、既往の考え方に立たない抜本的な方策が極めて必要になって来ている。

その方策というのは縦系列から横系列への転



表 3.2 水系別流況表一覽表

水 系	比 流 量 (m <sup>3</sup> /s)								年 平 均
	最 大	35日流量	豊 水	平 水	低 水	渴 水	最 小		
久 慈 川	58.47	5.78	2.74	1.78	1.25	0.87	0.75	2.79	
那 珂 川	69.80	10.33	5.47	3.44	2.26	1.51	1.41	5.43	
利 根 川	70.31	11.78	6.25	3.69	2.45	1.72	1.49	5.46	
荒 川	108.88	8.05	4.09	2.46	1.49	0.90	0.77	4.18	
多 摩 川	92.90	8.55	5.35	3.41	2.28	1.50	1.32	4.90	
相 模 川	32.07	9.02	6.31	4.82	4.03	3.35	3.06	5.72	
酒 勾 川	113.05	14.55	7.78	5.46	4.09	3.07	2.73	7.94	

注：水系別に数カ所の観測所のデータを平均して大体の傾向が解るようにした。また比流量とは 100 km<sup>2</sup> 当りの流量を示す。

表 3.3 月 平 均 流 量

単位 m<sup>3</sup>/s

水 系	取 水 口 流 域 面 積 km <sup>2</sup>	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12												年 計	年 平 均
		久 慈 川	791.0	8.02	3.82	5.81	9.99	7.03	13.17	15.33	13.39	31.74	17.92		
那 珂 川	2,059.4	39.32	37.71	57.10	60.57	68.07	77.42	105.64	95.55	107.11	122.45	74.08	48.14	893.20	74.43
利 根 川	8,487.4	149.53	146.76	233.98	522.01	541.44	470.25	446.79	442.34	315.56	322.03	269.86	196.55	4,057.10	338.09
荒 川	1,331.0	13.75	13.56	18.88	36.00	28.76	98.10	94.20	85.10	123.60	48.56	44.70	23.13	628.34	52.36
多 摩 川	994.8	20.60	18.40	27.00	37.70	31.10	55.40	64.80	34.90	107.00	45.50	35.90	29.30	507.60	42.30
相 模 川	1,499.9	101.30	103.60	95.90	82.44	76.81	83.25	84.81	97.30	104.45	102.90	100.50	109.10	1,142.36	95.20
酒 勾 川	559.4	25.63	25.12	30.96	41.49	45.80	60.40	56.45	46.18	83.50	53.05	36.80	32.99	538.37	44.86

による場合) に対するもので、その年の最大洪水量ではない。

35日流量：1年を通じて35日を下らない流量。

豊水：1年を通じて95日を下らない流量。

平水：1年を通じて185日を下らない流量。

低水：1年を通じて275日を下らない流量。

渴水：1年を通じて355日を下らない流量。

最小：1年のうち、日流量の最小のもの。ただし、その日の午前10時水位または平均水位に対するもので、1年間の最小値ではない。

流況表は年間を通して河川流量の性格をみる一つの尺度になるものである。例えば久慈川、那珂川を比流量でみた場合、最大ではそれ程差は少なくとも35日流量、豊水、平水、低水、渴水、最小、年平均では半分位、久慈川が流量が少なく流況がやせている。また那珂川と利根川は大体同じような傾向がうかがわれ、相模川、

酒勾川は他河川に比べて流量が多く、とくに低水、渴水、最小で流況が太っていることがわかる。

表3.3の月均流量をみると利根川のように雪融けの影響をうける河川とか梅雨、台風の影響をうける河川等があり、月ごとに水の出方が異っている。従って水資源の有効利用の観点から河川の流況と月毎の水の出方を勘案し、これらを総合的に利用目的にあわせて調整する必要が生じてくる。

### 3.2 流 量 の 調 整

関東七水系、酒勾川、相模川、多摩川、荒川、利根川、那珂川、久慈川を鉢巻状に大導水路で結び、水の広域利用を図るためダム(約160箇所)による貯水容量と導水路(延長約450km)による貯水効果(利用水深5m)をあわせ、約6億m<sup>3</sup>を基準にして流量調整を行なった。

従来は洪水を調節するという治水的視点が強

表 3.4 水系別新規開発水量

単位 m<sup>3</sup>/s

	A 久慈川 調整流量	B 維持用水	C A-B	D 利根川 調整流量	E 維持用水	F D-E	G 荒瀬川 調整流量	H 維持用水	I G-H	J 相模川 調整流量	K 維持用水	L J-K	M C+F+ I+L
4	52.82	45.8	7.02	476.18	177.0	299.18	66.78	33.90	32.88	121.01	74.95	46.06	385.14
5	52.82	"	"	"	"	"	66.78	"	32.88	121.01	"	46.06	385.14
6	52.82	"	"	"	"	"	118.30	"	84.40	121.01	"	46.06	436.66
7	153.85	"	108.05	497.15	"	320.15	159.00	"	125.10	155.94	"	80.99	634.29
8	153.85	"	108.05	"	"	"	155.2	"	121.30	155.94	"	80.99	630.49
9	100.74	"	54.94	266.21	"	89.21	195.4	"	161.5	160.81	"	85.86	391.51
10	100.74	"	54.94	"	"	"	94.06	"	60.16	155.95	"	81.00	285.31
11	90.70	"	44.90	269.86	"	92.86	80.50	"	46.70	137.30	"	62.35	246.81
12	71.79	"	25.99	199.33	"	22.33	52.43	"	18.53	142.09	"	67.14	133.99
1	71.79	"	25.99	"	"	"	50.75	"	16.85	136.55	"	61.60	126.77
2	71.79	"	"	"	"	"	50.75	"	"	136.55	"	61.60	126.77
3	71.79	"	"	233.98	"	56.98	45.88	"	11.98	136.55	"	61.60	156.55
	1,045.50	549.60	495.90	4,057.09	2,124.0	1,933.09	1,135.93	406.8	729.13	1,680.71	899.40	781.31	3,939.43
			41.33			161.09			60.76			65.11	328.29

注：1) 維持用水は湯水量、低水量の中間を取った。

2) 湯水量、低水量は関連する全測水所の既往平均に基づいた。

く、利水的視点が弱いという傾向があり、そのため豊富な降水量も大部分は地形の関係から短期間のうちに河川流量となって海に流れ無効放流 90% と言われている現状である。今回は流量調整を①雪どけ、梅雨期の流量の捕獲、②夏期は電力需要増に対処、③台風によって起こされる洪水の制御、④冬季電力需要に対処するということを基本にすえて、洪水を調整するという消極的な視点から、より積極的に水を利用するという利水的視点を強めて調整を行なった。

### 3.3 ダムと利用水深の関係

導水路が本流、支流、沢等を横切るところにはロックフィルダムを建設することにし、その数は 160 地点に達している。ダム地点は各水系に満遍なく配分されているのではなく、利根川本流を基点として栃木、茨城方面、つまり渡良瀬川、鬼怒川、久慈川に集中されており、全体の 85% をしめている。ダムの高さは 10 m ~ 50 m の小規模なもので、利用水深も 5 m ~ 30

m の範囲に多様化されている。これは地形上の関係で止むを得ないことである。導水路の利用水深は 5 m に限定しているため、貯水池の利用水深が 5 m を越える場合は導水路には貯水池の水が流入しなくなる。その場合導水路の門扉を締めることになるが貯水池自身の水は発電用水、維持用水（湯水量、低水量の中間をとった）、上水道用水等多目的に利用出来るようにした。

### 3.4 利水・治水に関する利点

貯水池及び導水路の貯水容量を合せると、635,784,000 m<sup>3</sup> となり、これを年一回利用するとしても年平均 20.20 m<sup>3</sup>/s となる。

流量調整の項で述べた基本原則に基づいて、より積極的に水を利用するという利水的視点を強めて調整すると年 2 ~ 4 回有効に利用することができる。流量計算の結果から開発された流量は、年平均毎秒 328 m<sup>3</sup> となり維持用水を含めると毎秒 660 m<sup>3</sup> となる。これを発電用水、上水道用水、工業用水、農業用水等に有効に利

表 3.5 水系別年発電量

水 系	年 平 均 水 量 ( $m^3/s$ )	平 均 落 差 (m)	最 大 使 用 水 量 ( $m^3/s$ )	最 大 出 力 (kW)	年 発 電 量 (kWh)
久慈川, 那珂川	87.0	50.0	600	252,000	321,000,000
利 根 川	338.0	50.0	2,000	840,400	1,250,000,000
荒 川, 多摩川	95.0	50.0	640	269,000	350,000,000
相模川, 酒匂川	140.0	50.0	640	269,000	516,000,000
	660.0			1,630,000	2,437,000,000

注：1) 平均落差；各水系の平均的落差を意味する。

2) 最大使用水量；調整結果に基づいた月平均流量の最大値を6時間ピークとしたもの

3) 開発水量年平均  $328 m^3/s$ →約 104 億  $m^3$

用することができる。

発電用水として考えた場合表 3.5 に明らかなように最大出力 1,630,000 kW、年発電量として 2,437,000,000 kWh を得ることができる。

単価を平均 6.0 円/kWh とすると、146 億円の収益となる。また工業用水、上水道用水に利用すると、単価 15 円/ $m^3$  とみて 1,560 億円の収益となる。

次に治水に関する利点として導水路そのものが幅 100 m、利用水深 5 m という規模であるため、各河川の洪水量を導水路で吸収できることがマンニングの公式を用いて略算した結果、明らかとなった。

これによると、導水路が水系を横切る接点に長さ 5,000 m、幅 100 m、深さ 5 m のマスがあったと考えた場合、そのマスが満杯になるためには、毎秒 6,500  $m^3$  の流量で 770 秒かかることになっている。河川の流量は接点で左右に分流されるということを考慮すれば毎秒 13,000  $m^3$  まで吸収することができる。これはあくまでも略算であって実際には模型実験などによって精確に解明する必要がある。

略算結果を表示すると表 3.6 のとおりである。

以上の結果から明らかなように従来行なわれ

表 3.6

接点からの距離 (m)	満 杯 時 間 (秒)	流 量 ( $m^3/s$ )
5,000	770	6,500
7,500	1,400	5,300
10,000	2,200	4,600
12,500	3,000	4,100
15,000	4,000	3,700
17,500	5,000	3,500
20,000	6,200	3,200
22,500	7,400	3,000

ていた洪水期に対する操作が不必要となる。つまり或る一定期間洪水カットの対策としての制限水位の維持といったものは全く不必要となる。「利根川下流部の運河化による水総合開発計画」によれば利根川、荒川の上流にある治水用貯水池で洪水カット用として確保されている貯水量は 1.8 億  $m^3$  となっており、これらを有効に利用することも可能になる。

### 3.5 その他の利点

導水路が幅 100 m もあることから内陸航路として利用することが可能であり、通常波浪が非常に小さいという条件から物資の輸送には、米国で発達しているバージシステムを採用することが最も経済的である。輸送量にしても、通常の船舶に比較してトンキロ当り約半分程度であり、トラック輸送の約 30 分の 1、鉄道輸送の 6 分の 1 といわれている。バージ一隻の積載

表 3.7 都県間貨物相互発着トン数（昭和 41 年度）

着府県		茨 城	栃 木	群 馬	埼 玉	千 葉	東 京	神 奈 川
発府県								
茨 城	城	341,977	374,894	72,497	10,051,547	2,769,191	11,845,080	257,260
栃 木	木	991,966	31,005,342	943,709	1,701,420	1,455,638	4,638,536	674,214
群 馬	馬	62,875	719,817	26,006,807	4,103,067	186,928	1,839,145	530,004
埼 玉	玉	305,210	258,399	886,510	44,209,511	1,213,960	11,196,459	1,971,208
千 葉	葉	529,512	204,459	106,497	1,176,662	52,128,301	12,840,197	2,442,783
東 京	京	1,275,342	1,119,106	1,318,211	15,080,391	10,023,110	218,825,834	15,797,781
神 奈 川	川	1,504,493	350,307	1,471,389	2,320,496	734,333	19,197,356	130,519,657
計		4,012,377	34,032,324	30,805,620	78,643,094	68,511,561	280,432,607	152,192,907

着府県		茨 城	埼 玉	千 葉	東 京	神 奈 川
発府県						
茨 城	城	175,887		113,589	5,787	19,044
栃 木	木					
群 馬	馬					
埼 玉	玉					
千 葉	葉	175,188		99,442	2,050,601	3,221,847
東 京	京			229,673	264,550	1,992,254
神 奈 川	川	243,272	17,213	2,448,632	6,389,500	9,460,413
計		594,347	17,213	2,891,336	8,710,438	14,693,558

着府県		茨 城	栃 木	群 馬	埼 玉	千 葉	東 京	神 奈 川
発府県								
茨 城	城	228,665	131,588	79,792	127,158	158,128	743,611	496,382
栃 木	木	63,188	188,205	103,543	93,951	63,708	174,545	192,410
群 馬	馬	20,344	54,206	120,622	88,928	115,842	233,786	226,417
埼 玉	玉	34,526	36,690	286,680	357,619	307,526	937,450	1,160,108
千 葉	葉	58,404	33,976	65,151	82,598	255,363	285,530	307,888
東 京	京	267,425	139,935	189,858	1,256,242	449,871	451,437	1,826,833
神 奈 川	川	455,478	634,452	681,520	1,481,503	321,998	699,453	1,002,464
計		1,128,030	1,224,063	1,527,166	3,482,999	1,672,436	3,525,812	5,212,502

注：調査貨物の範囲

## 1) 鉄 道

国鉄輸送車扱貨物（小口混載を含む）およびコンテナ貨物で国鉄線内を輸送したものを対象とし、私鉄線内を輸送した部分と国鉄小口扱貨物ならびに駐留軍貨物を含まない。

## 2) 海 運

港湾調査（指定統計 6号）にもとづく調査港湾の海上移出貨物を対象とし、仕向港が海上となっている貨物、国鉄の鉄道連絡船による貨物およびフェリーポートにより輸送された自動車ならびにその積荷を含まない（鉄道連絡船による貨物輸送は鉄道の輸送とみなす）。

## 3) 自 動 車

営業用および自家用の全貨物

（運輸調査局、「昭和 41 年度貨物地域流動調査」,「工業立地ハンドブック（1969 年版）」より）

重量が 1,000 t~4,000 t クラスのものが多く用いられているようであるが、当計画を実施するに当っては輸送量、輸送距離、その他を考慮し

て適当なクラスを決めればよい。参考までに関係都県の貨物相互発着トン数を自動車、鉄道、海運別に示すと、表 3.7 のとおりである。

河川に平行して汚水用の下水道の完備と汚水処理場を設置して浄化した水を導水路に導くことになっているため、間接的に下水道普及促進策にもなり、さらに開発された水を有効に利用して河川浄化の役割を果させ、河川汚濁の解消、消滅した漁業権の復活、上水道用水、工業用水の確保等に役立てることができる。また導水路の両岸に合理的、且つ計画的に企業を誘置することができるが、この場合職住接近の原則を貫くことが是非とも必要であり、そうすることによって徐々に通勤地獄の緩和にもつながる。さらに無公害工場の誘置を原則とすることを貫けば環境保全とともに調和のとれた地域開発を促進することにもなる。また首都における工場の分散により首都の大気汚染を減らすことができ、その跡地を都市公園緑地にすることが出来る。都市公園施行令では都市住民1人当りの面積を $6\text{ m}^2$ 以上と定めているが、東京は $0.99\text{ m}^2$ であり、ロンドン $22.8\text{ m}^2$ 、ニューヨーク $19.0\text{ m}^2$ 、ベルリン $14.4\text{ m}^2$ 、モスクワ $9.7\text{ m}^2$ である。従って諸外国の都市と比較してみても、桁違いに小さくなっている。企業誘置にともなう跡地を都市公園緑地にすれば1人当りの都市公園面積を無理なく拡げることができる。

バージンシステムによる輸送体制が確立されれば、トラックによる物資輸送は表 3.7 にみられるよりも大幅に減少の方向に進み、これと附随して交通渋滞の緩和の一助ともなり、自動車公害、つまり窒素酸化物、ハロゲン化鉛による大気汚染、騒音、人体に与える影響等に多少なりとも好結果をうみだすことになる。

交通渋滞によって引き起こされる燃料損失、時間損失といった直接損失、生コンの固り具合がうまくいかない、港の渋船料が増える、出動

した消防車が現場に到着が遅れる、本来日帰りができる距離にありながら運送業者が宿泊施設をつくらなければならないといったような間接損失なるものの、ある程度の緩和策ともなる。

茨城、栃木、群馬、埼玉、千葉、東京（神奈川は不含）の6都県の昭和50年の水需要は上水道用水毎秒 $53.9\text{ m}^3$ 、工業用水毎秒 $38.9\text{ m}^3$ 、農業用水毎秒 $41.2\text{ m}^3$ 、合計毎秒 $134\text{ m}^3$ が見込まれているが、これが計画どおり完成したとしても毎秒 $93.9\text{ m}^3$ しかならず、毎秒 $40.1\text{ m}^3$ 不足することになる。この不足分は漏水防止、廃水処理水の再利用、慣行水利権の合理化等で切り抜けようとしている。実際には需要県と供給県の利害の対立があり、計画も順調に行っていない。要するに従来の縦系列の水資源開発が需要県、供給県の対立をうみだしている。これを本計画のように横系列に結合すれば、広域的計画的に水資源の開発がすすめられ、昭和50年の6都県の水需要毎秒 $134\text{ m}^3$ はおろか、毎秒 $328\text{ m}^3$ を確保することができ、需要県が供給県であり、供給県が需要県であるという関係となることから、安定した水需給ができる。

首都整備審議会の北関東の百万都市づくりと結びつければ、南関東から北関東へ諸機能や人口を分散させて均衡のとれた都市づくりも可能となる。この場合にあくまでも企業の営利行為が環境の保全より優位とする立場でなく、人間の健康も含めて生活環境保全を経済の発展より上位の利益であるとする立場に立たなければならぬことは言うまでもないことである。

### 3.6 経済効果

一応の目安として新たに確保された流量毎秒 $328\text{ m}^3$ （維持用水を含めると毎秒 $660\text{ m}^3$ ）を発電用、工業用、上水道用に利用した場合の単価とダム、導水路費の年経費とを比較し判断

のメドとした。

発電用単価として 6.0 円/kWh, 都市用水単価 15 円/m<sup>3</sup> とすれば, 146 億円, 1,560 億円, 計 1,706 億円となり, ダムおよび導水路費は 280 億円, 2,240 億円, 計 2,520 億円年経費を 15% とみて 379 億円となり, 充分採算がとれている。

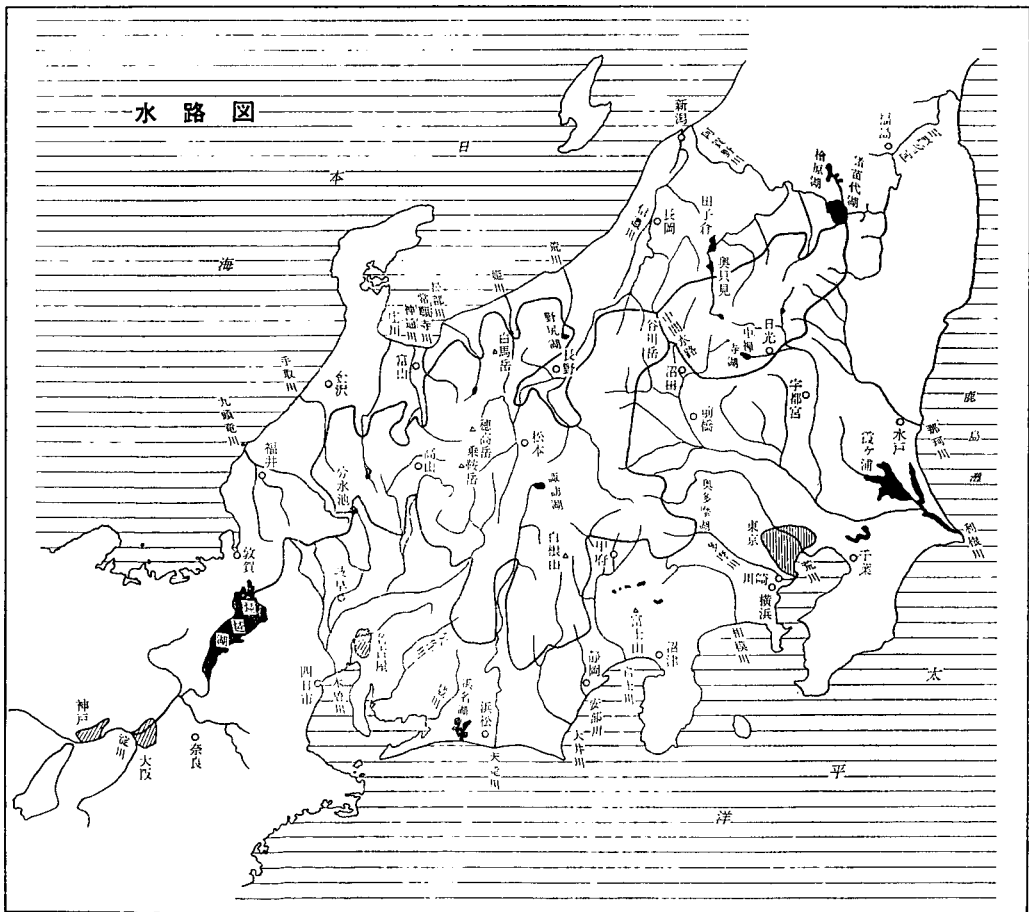
注 ロックフィルダム m<sup>3</sup> 当り単価を 1,000 円, 導水路の掘削単価 m<sup>3</sup> 当り 1,000 円とみた。

#### 4. 琵琶湖・猪苗代湖連繋による 本州中央部広域利水計画

東北地域の猪苗代湖(湖水位 514m)を接点

として, 阪神地域における主要な給水源である琵琶湖(満水位 85m)とを日本海側ならびに太平洋側の兩ルートを通り直徑 25m の大型水路にて連結するもので, 関西方面の接点となる木曾川水系長良川の溪流に分水池を設け, これと琵琶湖とを揚水発電設備にて連絡する計画である。水路の経過地点を標高 500m 附近に定めた理由はつぎの通りである。

- (1) 猪苗代湖を利用して水路を結ぶのに上流部の為河川間の距離が近いので, 水路延長が割に短い。
- (2) 発電以外の各種用水に分水するまでに落差を充分利用出来る。
- (3) 経過地点が国有林等が多く, 人家等の





補償が少ない。

(4) これ以上高くなると集水面積が少なくなり、取水量が少なくなる。

なお、日本海側より関東（東京）方面に水を早く送る必要も生ずると考えられるので、ルートの中間連絡水路を信濃川水系魚野川土樽附近（日本海側）と利根川水系谷川鹿野沢附近（太平洋側）との間に選定した。その水路延長は約 17 km である。

#### 4.1 気象の概要

##### 4.1.1 太平洋側ルート

東北地方の阿武隈川水系より中部地方の木曾川水系に至る 313 水系を水路は横断して猪苗代湖と琵琶湖とを結んでいる。

a) 東北地方の一部阿武隈川上流部は冬季大陸からの季節風が日本海側に雪を降らせている時、降水量が最も少ない時期で、初夏をら秋にかけて梅雨と低気圧や台風により降水量が最も多い時期となる。

b) 関東地方は雪の形で山岳中に包蔵された水も 6 月末頃までには殆んど融けて流出してしまうので梅雨期に雨が少ないと 8 月頃渇水を呈する。ただし内陸部の荒川、利根川の中流域では 8～9 月にかけて雷雨性降水が多い。夏から秋にかけての台風に伴う大雨により流量が増加する。降水量は夏期に多く、冬期に少なく、大部分の所は 9 月又は 10 月の台風接近期が最大、ついで 6～7 月の梅雨期に多い。

12月～2月	降水量は少なく渇水期
3月～5月	降水量は増加
6月～7月	梅雨期に入り、流量増加
7月～9月	降水量少なく、所により渇水
9月～10月	台風と秋りんにより降水量が増加
11月	降水量は少なくなる。

c) 中部地方は関東地方と同様降水量は夏期に多く、冬期に少ない。4 月頃から雨期に入り、6～7 月の梅雨期には月に 300 mm 程度の雨が降る。降水量は木曾赤石両山脈を境にその東側に多く、台風期特に 9 月以降は東海道沖を通る台風が多くなるので大雨を降らす。台風期が終りに近づくと秋りん季に入り、10 月下旬にはこの雨期も終わる。

12月～2月	降水量は少なく渇水期
3月～4月	降水量は多く、静岡県、岐阜県に多降水地帯を作る。
5月～7月	梅雨期から初夏にかけて静岡県西部、岐阜県山間部、飛騨山脈西側の降水量は次第に増加
7月～8月	降水量は少なくなるが、内陸部で雷雨性降水がある。
9月～10月	台風、秋りん等により降水量は多くなり、特に静岡県岐阜県山間部に多い。
11月	降水量は少なくなる。

##### 4.1.2 日本海側ルート

阿賀野川水系より北陸地方の九頭竜川に至る 20 水系を水路は横断して猪苗代湖と琵琶湖を結んでいる。

a) 阿賀野川水系上流部は 3 月から 6 月にかけて融雪期で河川の流量は急に増加する。只見川流域の融雪の直前には多い年で 16 億トン、少ない年で 8 億トンの積雪があって、この 7～80% に相当した量が融雪水となって 6 月半頃までに河川に流れ出ている。

b) 北陸地方の冬期は北西の季節風による降水量が日本中で最大となり、特に沿岸部に多いが海拔高度が低い為、降雪のかなりの部分が融けてしまう。しかし内陸部や中央部の広大な山岳地帯は融雪も、ずっと少なく、春の融雪期ま

で積雪される。

4, 5 月に入ると季節風も弱まって降水量は急に少なくなり、中部東海地方の半分位にへる。しかしこの時期には融雪によって河川は増水し、洪水がおこる。

梅雨現象は東海地方に比べ弱く、台雨は夏の終りから秋にかけて、しばしば日本海に入るが雨は非常に少ない。11 月に入ると季節風期になる。年間降水量は中部東海地方に比べて約 1.5 倍の多きにおよんでいる。

12月～2月 降水量は多い。

3月～4月 降水量は少なくなるが、日本海を通る低気圧により飛弾山脈の西側富山県南東部の山間部に多降水地帯をつくる。

5月～7月 梅雨期から初夏にかけて降水量が次第に多くなる。

7月～8月 雷雨性降水が加わり内陸部で降水量も増してくる所もあるが8月に渇水を呈する所が多い。

9月～10月 台風等により降水量は多くなる。

11 月 季節風が吹き始め時期に入る。  
 (「日本の気象」より)

**4.2 流量関係資料**

我国の降水量は極めて豊富であるが、本州中央部は山岳地帯で、海岸迄の距離が近いので河川の流路は短く、したがって勾配が急な為、この豊富な降水量も短期間に海に流出してしまい、時には洪水となって、流域各地に被害を及ぼすこととなる。

河川の月平均流量の最大の月を太平洋側、日本海側、それぞれ列举すると

太平洋側

a. 台風期 (9月)

阿武隈川, 那珂川, 荒川, 多摩川, 富士川, 安部川, 大井川

b. 梅雨期 (6, 7月)

天竜川, 豊川, 矢作川, 木曾川

c. その他

利根川 (5月融雪)

相模川 (12月融雪その他)

日本海側

a. 融雪期 (4, 5月)

九頭竜川, 手取川, 阿賀野川, 片貝川, 姫川, 荒川

b. 梅雨融雪期 (6, 7月)

庄川, 黒部川, 神通川, 信濃川

となる。

更に主要河川の流況係数 (最大流量と最小流量との比) を挙げると表 4.1 の通りである。

表 4.1 流 況 係 数

水 系	流量平均値 (m³/sec)			流況係数
	年 平 均	最 大	最 小	
利 根 川	214	7,538	7.0	1.077
信 濃 川	505	3,889	29.9	130
淀 川	92	7,800	74.0	105
阿賀野川	414	7,824	47.1	166
阿武隈川	170	3,877	33.6	115
木 曾 川	353	4,158	58.9	71
天 竜 川	252	6,673	11.6	575
富 士 川	69	2,230	11.5	194
荒 川	27	1,844	2.5	738
庄 川	86	1,237	9.3	133
石 狩 川	535	3,490	89.8	39
北 上 川	312	3,254	79.5	41
江 川	126	6,471	3.6	1,795
吉 野 川	152	5,515	12.0	459
筑 後 川	174	4,430	11.8	376

(理科年表より)

この数値は小さい程年間の河川の流れが平均していることで、水利用には有利である。

なお、外国の河川についてはテームス河 8, ライン河 16, ナイル河 20, ミシシッピ河 117 となっている。これでもわかるように我国

表 4.2 関連水系の集水面積

単位：km<sup>2</sup>

太平洋側				日本海側			
水 系	全流域	標高 500 m 以上の流域	同左の合計との比	水 系	全流域	標高 500 m 以上の流域	同左の合計との比
阿武隈川	5,453.1	1,583.4	6.5%	九頭竜川	2,836.9	1,160.8	5.0%
那珂川	3,272.8	615.2	2.5	手取川	811.9	608.8	2.6
利根川	15,589.4	5,566.0	22.9	犀川	214.0	86.0	0.4
荒川	3,435.6	648.6	2.7	小矢部川			
多摩川	1,201.5	503.9	2.1	庄通川	1,883.8	1,111.0	4.8
相模川	1,693.4	1,033.6	4.3	神通川	2,731.8	2,276.0	9.8
富士川	3,508.3	2,643.6	10.9	常願寺川	416.6	334.7	1.4
安部川	563.6	287.0	1.2	早月川	139.5	116.3	0.5
大井川	1,263.4	957.1	3.9	片貝川	184.5	110.0	0.5
天竜川	5,111.4	4,249.2	17.5	黒部川	775.2	626.8	2.6
豊川	770.1	176.0	0.7	小川	—	—	—
矢作川	1,897.4	727.5	3.0	境川	—	—	—
木曾川	9,585.4	5,298.5	21.8	青海川	—	—	—
				姫川	728.4	628.8	2.7
				海川	—	—	—
				早川	—	—	—
				能生川	—	—	—
				名立川	—	—	—
				荒川	773.7	389.4	1.7
				信濃川	11,972.3	8,090.5	34.6
				阿賀野川	10,822.6	7,809.3	33.4
合 計	53,345.4	24,289.6	100.0	合 計	34,291.2	23,348.4	100.0
本 計 画 分	—	15,820.0	—	本 計 画 分	—	13,810.0	—

の河川は自然のままでは利用しにくいので貯水池等により一時水を貯溜し、これを調整する必要が生ずるのである。又河川の流況も地形が複雑な関係上近接した河川でも水の出方は異なる上、梅雨期、台風期および融雪期に集中的に流量が増加するのである。

しかしながら地形上中央部に山脈が走っている関係上、大別すれば太平洋側と日本海側に二分され、台風期の降雨は山脈に当って太平洋側に流出するのに反して、冬の季節風による降雪は高地に積って融雪期に日本海側に流出する。又各河川間の距離は短く、特に中流部以上になると特に接近しているので各河川間を水路にて連結することにより水の流通を計るのに適している。

特に前記の通り大陸と海洋の影響により日本

海側と太平洋側とは出水時期も異なる上、太平洋側に消費地が集中しているので、この両側を水路にて連結し、水の流通を計ることは水の有

表 4.3 測水所一覽表

太平洋側			日本海側		
水 系	測水所	集水面積 km <sup>2</sup>	水 系	測水所	集水面積 km <sup>2</sup>
阿武隈川	供 中	2,400	九頭竜川	柿ヶ島	560
那珂川	大 輪	574	手取川	中 島	731
利根川	岩 本	1,700	庄 川	鳩ヶ谷	585
荒 川	野 上	847	神通川	手ヶ増	2,060
多摩川	熱 海	253	片貝川	奥平沢	85
相模川	明 見	191	黒部川	樺 平	313
富士川	飯 富	2,300	姫 川	山ノ坊	519
安部川	柿 島	52	荒 川	関 川	120
大井川	下 泉	959	信濃川	照 岡	6,970
天竜川	佐久間	4,190	阿賀野川	戸 中	5,870
豊 川	只 持	158			
矢作川	阿 摺	769			
木曾川	握	1,580			

(測水所は通産省公益事業局編「発電水力調査書(第四次)流量要覧」により選定)

表 4.4 両ルートの流量の比較

(関係測水所 100 km<sup>2</sup> 当り平均流量 m<sup>3</sup>/sec)

ル ー ト	項 水 系	年平均流量	最大流量		最小流量		豊水期		渇水期	
			月	流量	月	流量	期間	平均流量	期間	平均流量
太 平 洋 側	阿武隈川	2.54	9	5.13	1	1.70	6~10	3.90	12~2	1.88
	那珂川	4.04	8	7.23	1	1.16	7~10	6.70	12~2	1.31
	利根川	4.85	5	9.35	1	2.47	4~7	7.73	12~2	2.64
	荒川	4.02	9	9.28	2	1.02	6~9	7.53	12~3	1.31
	多摩川	4.48	9	10.73	2	1.85	6~7	6.04	12~3	2.40
	相模川	5.91	12	7.29	5	5.13	9~10	7.66	4~7	5.47
	富士川	3.48	9	4.96	2	1.49	8~3	6.80	12~2	1.65
	安部川	8.63	9	18.30	1	2.33	6~7	4.21	12~2	2.93
	大井川	8.26	9	16.96	1	2.78	9~10	4.50	12~2	3.16
	天竜川	4.15	6	8.54	1	1.97	4~9	11.81	12~2	2.40
	豊作川	5.93	7	13.40	1	2.54	6~7	7.99	11~1	2.94
木曾川	4.88	7	9.20	2	2.78	5~9	10.73	11~2	2.94	
	平均	5.20								
日 本 海 側	九頭竜川	10.00	4	20.70	2	5.90	3~7	14.56	1~2	5.92
	手取川	9.99	4	17.77	8	5.31	3~7	13.47	8.10	5.41
	庄川	9.42	7	16.95	1	4.56	4~9	14.02	1~2	6.53
	神通川	7.40	7	12.52	1	3.92	4~7	10.31	12~2	5.38
	片貝川	14.20	5	20.50	2	5.78	4~7	16.00	1~3	4.22
	黒部川	12.96	6	31.40	2	4.24	5~9	22.36	1~3	6.47
	姫川	7.67	5	12.38	1	3.96	4~7	10.73	1~3	4.48
	荒川	8.12	5	21.65	1	3.49	4~7	15.42	12~2	4.22
	信濃川	3.19	7	6.10	1	1.84	4~7	4.79	12~2	3.87
	阿賀野川	5.09	4	11.95	10	2.76	4~7	8.51	11~2	2.17
										9~11
									1~2	3.27
	平均	8.80								

効利用の上から重要なことである。

前記の通り水力発電は水の量を減らすことなく、唯々水の位置のエネルギーを電気エネルギーに交換するだけであるから、水資源の有効利用の上から、発電した後に各種用水に利用することが望ましいことである。

表 4.2 の数値は「日本の理論包蔵水力」によるもので、本計画では集水面積は水系別に測定せず、20 万分の 1 の国土地理院発行の図面で、プラニメーターを使って全体の概数を求めたものである。

本表によると標高 500 m 以上の面積は全流域に対して、太平洋側で 45.6%、日本海側で 68% の割合になっている。

また本計画では上記標高 500 m 以上の流域に対して太平洋側で 65.2%、日本海側で 59.2% の流域から取水することになる。

したがって日本海側より更に 2~30% 導水量を増加することが可能である。

表 4.4 は表 4.3 の各測水所の昭和 23 年~32 年間にわたる月平均流量の平均に表 4.2 の各水系の合計集水面積との比率を乗じて算出したもので、両ルート別に各水系の水の出方を表わしている。年平均の流量は日本海側が多く、大別して豊水期は太平洋側では台風、梅雨によるのに対して日本海側では融雪梅雨によるものである。

#### 4.3 水路ならびに貯水池

水路は円形としてマンギンの公式により概算を行ない、直径 25 m を採用した。計算に当ってはコンクリートに対する粗度係数として  $n=0.02$  を用いた。この直径を採用することによって、水路の両端、即ち隣接貯水池もしくは調整用水門間で約 1 万分の 1 の勾配が保たれる場合には毎秒  $4 \text{ m}^3$  の水を、いずれの側にも流れるようにした。

表 4.5 貯水池数と有効容量

ルート	水系	貯水池数	有効容量 (1,000 m <sup>3</sup> )	ルート	水系	貯水池数	有効容量 (1,000 m <sup>3</sup> )
太平洋側	阿武隈川	4	8,940	日本海側	九頭竜川	2	7,740
	那珂川	1	3,370		手取川	3	9,120
	利根川	19	54,440		犀川	2	4,370
	荒川	9	27,610		小矢部川	1	3,500
	多摩川	1	13,300		庄川	2	3,300
	相模川	2	6,870		神通川	6	9,450
	富士川	5	10,080		上市川	2	2,620
	安部川	4	11,730		黒部川	2	2,620
	大井川	2	4,750		片貝川	1	1,870
	天竜川	18	56,800		小川	1	420
	豊川	2	6,000		海川	1	500
	矢作川	7	22,970		姫川	5	9,270
	木曾川	24	56,450		青海川	1	500
	琵琶湖	1	800		荒川	1	750
計	99	284,110	計	71	181,560		

表 4.5 には太平洋側、日本海側の両ルートにおける貯水池の数とその有効容量を各水系別にかかげた。貯水池の有効容量の総計はほぼ  $3.6 \text{ 億 m}^3$  にも達している。なお、表 4.6 に両ルートの貯水池数と取水地点数、水路長など

表 4.6 施設表

ルート	貯水池	取水地点	水路長 km	揚水発電	分水池
日本海側	71	349	1,016.4	3	
太平洋側	98	490	1,403.1	2	1
計	169	839	2,419.3	5	1

(分水池から琵琶湖の間は太平洋側を含む。図面は国土地理院発行の 5 万分の 1 を使用した。)

表 4.7 調整流量

太平洋側 (全集水面積  $15,820 \text{ km}^2$ )

月	平均流量 (m <sup>3</sup> /s)			
	1,000 km <sup>2</sup> 当り	全流域	同左累計	調整流量
4	62.78	993	993	993
5	60.66	960	1,953	960
6	78.28	1,235	3,188	956
7	81.73	1,290	4,478	1,290
8	49.83	788	5,266	1,067
9	69.89	1,104	6,370	825
10	47.10	745	7,115	745
11	36.72	580	7,695	580
12	29.35	464	8,159	537
1	25.34	400	8,559	"
2	29.60	468	9,027	"
3	42.40	670	9,697	670
平均	49.43	782		782

調整能力:

- 貯水池有効容量合計  $284,110,000 \text{ m}^3$
- 水路貯水効果として、水路の容積の 60% 単位と見込む。  
 $440,000,000,000 \text{ m}^3$
- 以上の合計  $724,110,000 \text{ m}^3$
- 1 カ月間の調整能力  $279 \text{ m}^3/\text{s}$

日本海側 (全集水面積  $13,810 \text{ km}^2$ )

月	平均流量 (m <sup>3</sup> /s)			
	1,000 km <sup>2</sup> 当り	全流域	同左累計	調整流量
4	100.67	1,390	1,390	1,197
5	80.28	1,110	2,500	1,110
6	72.82	1,005	3,505	1,075
7	82.89	1,145	4,650	"
8	44.90	621	5,271	691
9	55.03	761	6,032	"
10	40.48	559	6,591	559
11	40.59	560	7,151	557
12	40.11	554	7,705	"
1	32.00	442	8,147	552
2	34.05	470	8,617	"
3	58.50	808	9,425	808
平均	57.05	788		788

調整能力:

- 貯水池有効容量合計  $181,060,000 \text{ m}^3$
- 水路貯水効果として、水路の容積の 60% 位と見込む。  
 $319,000,000 \text{ m}^3$
- 以上の合計  $500,060,000 \text{ m}^3$
- 1 カ月間の調整能力  $193 \text{ m}^3/\text{s}$

の施設に関する概要を示した。

これらの施設を用いて、各月毎の流量調整を行なった結果を表 4.7 に示した。水路における最大調整流量は  $1,290 \text{ m}^3/\text{sec}$  であるが、こ

の期間は水位勾配を1万分の1以上に保たなければならぬのは当然であるが、殆どどの期間は調整流量が1,000 m<sup>3</sup>/sec 以下である。

#### 4.4 新規開発水量と経済効果

貯水池の有効容量と導水路による調整能力を考慮して流量を調整した結果、年間総流出量として太平洋側で246億 m<sup>3</sup>、日本海側で248億 m<sup>3</sup>、合計494億 m<sup>3</sup>を得たがこのうち下流の利用状況から未開発分を70%と仮定しても345.8億 m<sup>3</sup>が新規開発量となる。

この水は標高500m付近で取水するので、都市用、工業用等の諸用水に使用する前に400m位の落差が利用可能なので発電に利用すれば太平洋側で163億 kWh、日本海側で164億 kWh、合計327億 kWh取得することができる。本計画の開発が行なわれる頃には大型掘削機等の機械の開発も進み施工法等の技術の革新が行なわれるものと考えられるが、一応の目安として主体工事の水路費について概算を行い経済性の検討を行なった。半径12.5m、巻厚0.5mの円型水路の掘削費5,000円/m<sup>3</sup>、巻立費8,000円/m<sup>3</sup>とすると導水路1m当り工事費は2,970,000円となり、年経費を10%とすれば297,000円となる。料金収入面からみると電気料金を6円/kWh、諸用水15円/m<sup>3</sup>とすれば7,214.4億円の収入となり、導水路1m当りの収入は298,000円となり経済効果は充分あるものと考えられる。

#### 4.5 む す び

以上水資源開発の一案として都市化の進む太平洋ベルト地帯（東海道メガロポリス）、ならびに増大する工業地帯の水資源対策とし連絡水路による水資源調査を行なったものである。

これにより約327億 kWhの電力と都市用工業用等の用水用として約345.8億トンの水

を取得出来ることとなる。

又、必要に応じて連絡水路の任意の地点で取水出来るので経済的な上に即応性に富んでいる。開発の順序としては先ず近接水系間の連繫開発を行ない、次第にその連繫範囲を広め、最終的に本計画の開発ということになると考えられる。したがって将来本計画の開発が行なわれる頃には機械類の開発も進み、施工法等の技術の革新も行なわれ、この大型水路も経済的に開発されるものと考えられる。

### 5. 紀伊半島からの琵琶湖導水計画

#### 5.1 気象の概要

近畿地方でも日本海側と紀伊半島では気象の状況が大部異なるが、近畿地方全般の気象の概要を示すと次のとおりである。

##### 冬 期

北西の季節風に支配され、日本海に面した地方は陰気な天気が続く吹雪の日が多く、晴れた日は珍しい。

一方瀬戸内海や太平洋に面した地方では季節風は吹くが雨や雪は運んでこないので晴天が多く、乾燥する。夜間は風力が弱まり、快晴となることが多いが、日中は冷たい北西風が勢いをもり返し、山沿いの地方ではしぐれ模様となる。

日本海側の降雪は日本海に低気圧があるときに多くなる傾向がある。

瀬戸内沿岸も瀬戸内海を低気圧が東進する場合に降雪は予想外の量に達することがある。

##### 春 期

移動性低気圧の通過がひんぱんであると、それに依りて低気圧の通過も多くなり、春雨の降水量の多いのも、この地方の特徴である。

梅雨期に先だって4月に降水量の一つの拡大

が現われる。

低気圧が日本海を通るときは北太平洋高気圧が南方海上に優勢に張り出していることが多く、このような気圧配置では南寄りの強風が吹き、日本海側ではフェンとなり、異状に空気が乾燥し、強風が吹く。空気が極度に乾燥するのは4、5月である。

#### 梅雨期

6月中旬頃から約1カ月間は梅雨の期間で降水量は平年で200~300mmで、梅雨期の水害については当地方は特に注意が肝要である。

昭和13年の水害では前線活動によって400mm程度の降雨があり、又雷雨性のときは1時間降水量が50mmに達することもある。

#### 夏期

本格的な夏は7月中旬梅雨が明けてやってくる。この期間は太平洋側と日本海側とで冬季ほど異なった気候状態は示さない。

夏の降水は台風が雷によるもので、雷雨は奈良盆地、丹波高地に比較的多く、平地や海岸地方は少ない。

#### 秋期

秋は台風季節で、8月にもかなり接近し、その中のいくつかは上陸するが、大抵は上陸までに衰弱して被害は少ない。9月は回数からいっても最高で、特に9、10月の台風は最盛期の状態で上陸するので被害は甚大となる。9月の降水量は大体梅雨期の6月の降水量に匹敵し、雨天日数も梅雨期とほぼ同数の15日位に達する。この時期を秋りんと呼ばれている。

移動性高気圧が通過して、秋らしくなるのは10月に入ってからで、11月に入ると晴天が続く、穏やかな日和となる。

#### 降水量の分布

冬季は北西の季節風による降水は日本海沿岸

地方に多く、12月、2月は月に200mm、1月は300mmとなっていて、奥地に入るにしたがって減少している。

また紀伊半島の南部にも降水量の多い地域があつて月100mm位で、これは主として太平洋側を通過する低気圧によるものである。

中部ならびに瀬戸内はこれら両方の影響が小さいから降水量は少なく、月降水量は50mmである。

春季は北西の季節風が衰えて日本海側の降水量は冬季よりも減少するが、太平洋側の降水量は増加し、3月、5月は200mm、4月は300mmに達する所もある。

中部は大体日本海側と同量であるが、播磨灘方面はいく分少ない。

梅雨期の6月は紀伊半島の南部の降水量は400mmに増加する。これに対して中部、北部では200mm位である。

夏季の降水量は大台ヶ原を中心とした紀伊半島の南部は著しく増加し、8月には大台ヶ原山頂では1,000mmをこしている。これは台風によるものである。

9月の紀伊半島南部の降水量はいぜんとして多いが10月に入るとぐっと減って400mm台になる。

11月の降水分布はすっかり冬季の様相を呈している。

年間の総降水量分布は大台ヶ原山頂の4,782mmが第1で、次いで日本海側で、若狭方面の多降水域の中心は福井県の山間部である。

同じ海岸地方でも由良川流域の舞鶴付近は冬季の北西季節風に対して陰にあたっているのでは他の所より少なくなっている。

近畿中部、大阪湾、播磨灘は年降水量の最も少ない地域で、播磨灘では年1,200mmであ

る。

年変化

中部, 南部

1月~4月は降水量は増していくが, 5月は好天気の日が多い為, 増加は停止する。

6月は梅雨期に入るので大きく増加する。

主として台風が降らせる雨は紀伊半島の南部を除けばすべて9月が8月よりも多い。

南部だけが逆に8月が9月より多くなっている。9月~12月まで降水量は減少する。

北 部

1月~4月は降水量は次第に減少し, 5月は

好天気の日が多い。

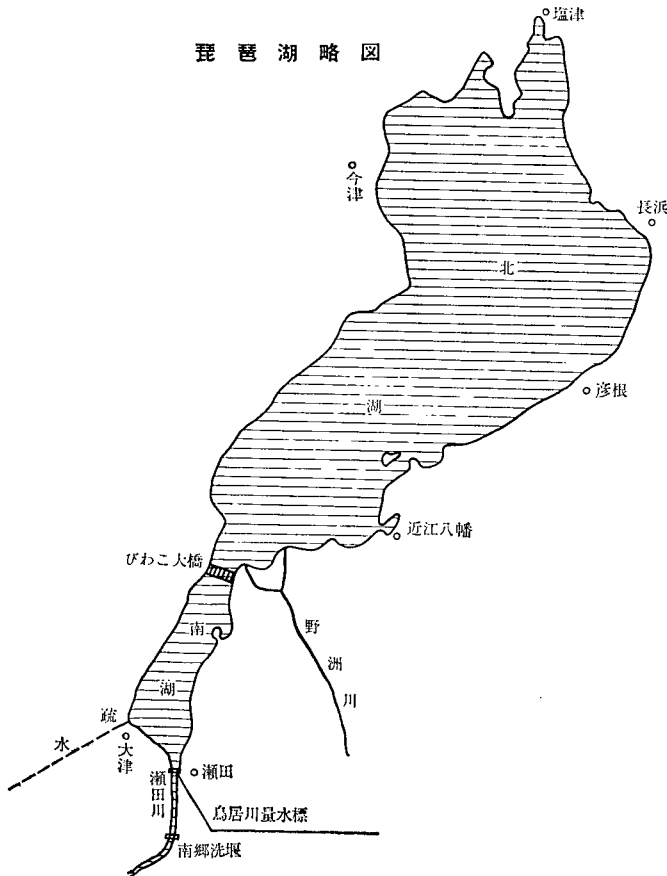
6月は梅雨により増加する。

9月~11月は減少するが12月は多くなる。

(以上「日本の気候」より)

5.2 琵琶湖の概要

本計画においては琵琶湖自体の開発計画は行なわないで, 琵琶湖に他の水系から導水することにとどめたのであるが, 琵琶湖の総合開発については建設省ならびに滋賀県を主体として種々計画され, 一部実施されてきたが急激なる都市化, 工業化が進行している今日, 思いきった開発計画が望ましいと考えられる。





## 1) 琵琶湖

約 275 億トンの水を貯える我国最大の湖で、その水は瀬田川、宇治川を経て淀川から大阪湾に流れ込んでいる。この瀬田川入口の南郷洗堰の水門により琵琶湖の水の調節が行なわれている。

## 2) 水位の変動

琵琶湖の水位変動は流入量と流出量の差によって起こるもので、その差が  $80 \text{ m}^3/\text{s}$  で1日に約 1 cm 上下する。

洪水時の流入量は  $10,000 \text{ m}^3/\text{s}$  以上にもおよぶもので、昭和 28 年 9 月 25 日には 6 時間平均流量は  $9,867 \text{ m}^3/\text{s}$  あった。

一方瀬田川の疏通能力は湖水位  $\pm 0$  で  $600 \text{ m}^3/\text{s}$ ,  $+1.0 \text{ m}$  で  $900 \text{ m}^3/\text{s}$  であり、洪水の大部分が貯留されている。

## 概 況

湖面積	693.46 km <sup>2</sup>	滋賀県の面積の約 1/6, 淡路島 (590 km <sup>2</sup> )。
流域面積	3,848 km <sup>2</sup>	淀川流域の 53%
最大長	63.49 km	塩津～瀬田間
最大幅	22.80 km	長浜～新旭
水面標高	O. P. 85.614 m T. P. 84.371 m	大阪湾の干潮位からの高さ
最大水深	103.58 m	東京湾
貯水量	275 億 m <sup>3</sup>	平均水深 41.2 m
		琵琶湖の水 1 cm 分で約 700 万 m <sup>3</sup>
		霞ヶ浦 6.3 億 m <sup>3</sup>
		奥只見ダム 6.0 "
		小内ダム 1.9 "

淀川流域 (7,281 km<sup>2</sup>)

水系	河川	流域面積 km <sup>2</sup>	比率 (%)
宇治川筋	琵琶湖	3,848	} 59.8
	大戸川	197	
	宇治川	309	
木津川筋	—	1,596	21.9
桂川筋	—	1,100	15.1
淀川本流	—	231	3.2

渇水期においても琵琶湖から  $80 \text{ m}^3/\text{s}$  程度の放流がなされてきた。

## 主な洪水記録 (+cm)

年	月	日	水位	年	月	日	水位		
明治	18.	7.	4	268	大正	12.	7.	16	101
"	29.	9.	13	373	昭和	13.	8.	5	109
"	40.	9.	11	130	"	28.	9.	27	100
大正	5.	7.	2	110	"	34.	8.	16	100
"	6.	10.	30	142	"	36.	7.	2	108
"	10.	7.	16	113	"	40.	9.	18	95

## 主な渇水記録 (-cm)

年	月	日	水位	年	月	日	水位		
昭和	14.	12.	4	103	昭和	31.	2.	29	84
"	15.	1.	19	98	"	33.	3.	4	73
"	26.	11.	9	67	"	37.	12.	30	80
"	28.	2.	24	67	"	38.	1.	3	85
"	29.	2.	26	90	"	42.	10.	25	60
"	30.	2.	20	74	"	44.	11.	26	49

京都疏水の取水量  $23.65 \text{ m}^3/\text{s}$  と宇治発電所の常時取水量  $55.65 \text{ m}^3/\text{s}$  を加えると約  $80 \text{ m}^3/\text{s}$  である。

琵琶湖の水位調節は上限を  $+0.3 \text{ m}$  (非洪水期)、下限を  $-1.0 \text{ m}$  とし、この利用水深 1.3 m 以内で調節されることになっている。

## 3) 流出の特性

琵琶湖は太平洋型気候帯と日本海型気候帯との中間に位置する為その両方の特性を備えている。

(1) 年に春雨と融雪 (3, 4 月), 梅雨 (6, 7 月), 台風 (9 月) の 3 回のピークがある。

(2) 11 月～5 月の中間は変動率程度で安定し、年による変動が少ない。

流入量 m<sup>3</sup>/s

月別	流入量	月別	流入量
1月	136	7月	241
2	168	8	123
3	227	9	180
4	206	10	140
5	152	11	158
6	188	12	121
		平均	166.3

大正 8 年～昭和 31 年の 38 年間月別平均。

### 渇水流入量

年	年間総量	年平均流入量 m <sup>3</sup> /s	最低水位 m
昭和 14 年	29.8 億 m <sup>3</sup>	95	(12月) -1.01
大正 13	33.7	107	-0.58
昭和 15	37.2	118	-0.97
昭和 18	40.1	127	-0.46

(3) 6月～10月の夏期は平均値も大きいが変動率も大きく70%をこし、洪水年と渇水年の差が甚だしい。

4) 淀川の流況ならびに下流阪神地域の水利権

項目 河川	年流量 (億 m <sup>3</sup> )	内 訳	
		利用量	無効量
琵琶湖	53	29	24
木津川, 桂川等	47	8	39
計	100	37	63

単位：(m<sup>3</sup>/s)

農業用水	16.80	
工業用水	大 阪	5.71
	兵 庫	—
上水用水	大 阪	19.89
	兵 庫	5.77
河川維持用水 (神崎川及び大阪市内)	88.50	
計	136.67	

5) 琵琶湖疏水(第一, 第二)

明治 23 年 4 月第一疏水完成(取水量 8.35 m<sup>3</sup>/s), 明治 45 年 3 月第二疏水完成(取水量 15.3 m<sup>3</sup>/s), 計 23.65 m<sup>3</sup>/s の水利権をもち、京都市利水の大半を賅っている。

これは琵琶湖の水を大津市三保崎地点で取水し、京都市蹴上を通過して伏見で宇治川に合流している。

6) 南 郷 洗 堰

明治 37 年 11 月に淀川改良工事の一環として洗堰を瀬田川南郷地先に完成した。これは明

治 29 年 9 月の琵琶湖未曾有の大洪水(鳥井川水位 +3.76 m)にかんがみ、瀬田川の疏通能力を増大して琵琶湖沿岸の水害を軽減し、洪水流量を調節して下流部の洪水防御を図ったものであるが、新たに水需要の増大にかんがみ旧洗堰の下流約 120 m に新洗堰の築造に着手、昭和 36 年 3 月完成した。

この堰は鉄製溢流式 2 段扉を設置しており全開、全閉ともに約 30 分で行なえ、また自動制御装置により湖水位の変化があっても一定の放水量になるよう自動的に門扉を上下させることが出来る。

南郷洗堰における操作要領(慣行)

(1) 琵琶湖の水位は鳥居川量水標で ±0 m を基準とし、最低水位 -1.0 m より絶対低下しないように調節する。

(2) 洪水時は淀川本流の枚方地点で警戒水位(+4.5 m)を上廻ると洗堰を全閉するが本流に悪影響をおよぼさない限り、+0.3 m 以下の水位に出来るだけ早く下げるように洗堰を開放する。

(3) 夏期(6月～9月)は ±0 m に近づくよう調節する。

(4) 10 月以降は 12 月始めの水位が +0.3 m に近づくように水位の回復を図る。

(5) 冬期(12 月～3 月中旬)は -1.0 m を越えない限度において、出来るだけ放流を行ない、5 月上旬には 0 m になるように毎年計画をたてて関係者と協議の上、冬季放流を決定する。

枚方地点は宇治川、桂川、木津川が合流して淀川本流となった地点。

以上の通りであるが実際には第一期河水統制事業の補償が戦時中で不十分であったので、水位を -1.0 m まで下げることが大きな抵抗が

ともない、困難な状況となっており、 $-0.7\text{ m}$ 程度が問題を生じない適当な水位とされている。琵琶湖の再開発計画では、湖周辺の洪水被害をなくすために洪水期に入るときの水位を従来の $\pm 0\text{ m}$ より下げて $-0.3\text{ m}$ としておくよう考慮してある。

### 7) 湖水の汚染

琵琶湖周辺の都市や工業の発展ともない、琵琶湖に流入する河川が汚水を流しこみ、次第に湖の汚染が現われてきた。例えば草津市志那の内湖や琵琶湖で30年と40年頃フナ、コイ、モロコ等が大量死んだことがあったが、その原因が中ノ井川流域のアルミサッシ工場や繊維工場の排水であることがわかった。このような傾向は琵琶湖の方々で見られるようになってきた。又44年の8月から11月にかけて内湖の「平湖、柳湖」で淡水真珠の母貝（イケチョウ貝）が2万個も死んだ事件があった。内湖とは琵琶湖の外側についている小さな湖で、これには河川が流入しているので河水の影響をまともに行うけている。したがってこの事件も内湖に流入する中ノ井川によることは明らかであったが結局工場排水、人口集中、ゴミ、し尿の投棄等による複合汚染であると結論づけられた。

ところが45年9月琵琶湖で汚染のひどい南湖（琵琶湖大橋を境として南と北に分ける）の汚水が北湖に逆流し、汚染が広がっていることが滋賀大湖沼研究所の調査で明らかになった。このまま南湖の汚染が進めば近い将来、琵琶湖は「死の湖」となって上水道源として使えなくなる事態が起きそうであるとのことである。今回の調査によると43年調査のものに比べ5～6倍とのことで汚染が急速に進んでいると考えられる。

南湖の水は数カ月に1回の割合で水が入れ変

わるが北湖はその10倍かかると言われ、北湖にいったん汚染が進入すれば容易に消えそうもないとのことである。

### 8) 琵琶湖の開発

琵琶湖の再開発計画は種々立案され、一部実施されている。

南湖は北湖に比べ面積は小さいが（南湖は全湖の約1/13）周辺の開発が進んでいるので、水位の変動による影響は全湖の4割以上を占めているとのことである。

湖面変動に伴う種々の補償対策は最も大きな問題である。この為、琵琶湖を南湖と北湖に分割し、南湖の水位は洪水時を除いて常時 $\pm 0\text{ m}$ 付近に保ち、北湖だけ水位を上下して水の有効利用を図る案が考えられたが、県民の強い反対もあり立ち消えとなったようであるが、本計画に関連して琵琶湖の開発を考える時にはこの案を更に検討したいと考えている。なお再開発計画では洪水被害をなくすために、洪水期に入るときの水位を従来の $\pm 0\text{ m}$ より下げて $-0.3\text{ m}$ としておくよう考慮されているが更に瀬田川の疏水能力の増大を図るが、別に新たに疏水を築くことも考えられる。

又琵琶湖の汚染防止に対しては45年8月に琵琶湖総合開発計画第一次滋賀県修正案の手直し案が出た。

これは湖の西岸今津町から湖岸に沿って大津、近江八幡、彦根の各市を経て長浜市に至る、ほぼ琵琶湖を一周する延長150kmの大幹線下水道を訪け、湖に汚水を放流せず一括高度処理後、瀬田川に放流するもので、水質保全を第一とした案である。

### 5.3 琵琶湖導水計画概要

豊富な水資源のある紀伊半島の未開発水を琵琶湖に導入し、水資源の確保を図り、有効利用

の立場から発電を行ないながら、各種用水用の水量を確保することにとどめた資源的調査であり、琵琶湖自体の開発計画ならびに水の配分等を行わず獲得した水は一応琵琶湖に導入することとして計画を立てたものである。

導水路の選定に当っては集水面積ならびに経過途中の池原貯水池(H. W. L. 318 m)を利用する為、標高を 300 m とした。

導水路と琵琶湖との連絡は野洲川支流の土山町地先の谷間に約 60 m の堰堤を造り、約 100 m の落差を利用して発電後野洲川本流に放水し、琵琶湖に導入を図るもので野洲川の改修工

事も必要とならう。

導水路は紀伊半島の東側(熊野灘寄)と西側(瀬戸内海寄)を走り、淀川水系木津川長田川の溪流に設ける貯水池で合流し、野洲川の貯水池に流入するものである。

東側水路は雲出川水系から榑田川、宮川、銚子川、船津川、熊野川の各水系を経て合流池まで延長 189.0 km。西側水路は日置川水系から富田川、日高川、有田川、紀ノ川、淀川の各水系を経て合流池まで延長 211.0 km。合流後野洲貯水池まで 32.0 km 野洲発電所水路 2.1 km、総水路延長 434.1 km となる。貯水池の利用に

琵琶湖導水計画水路図

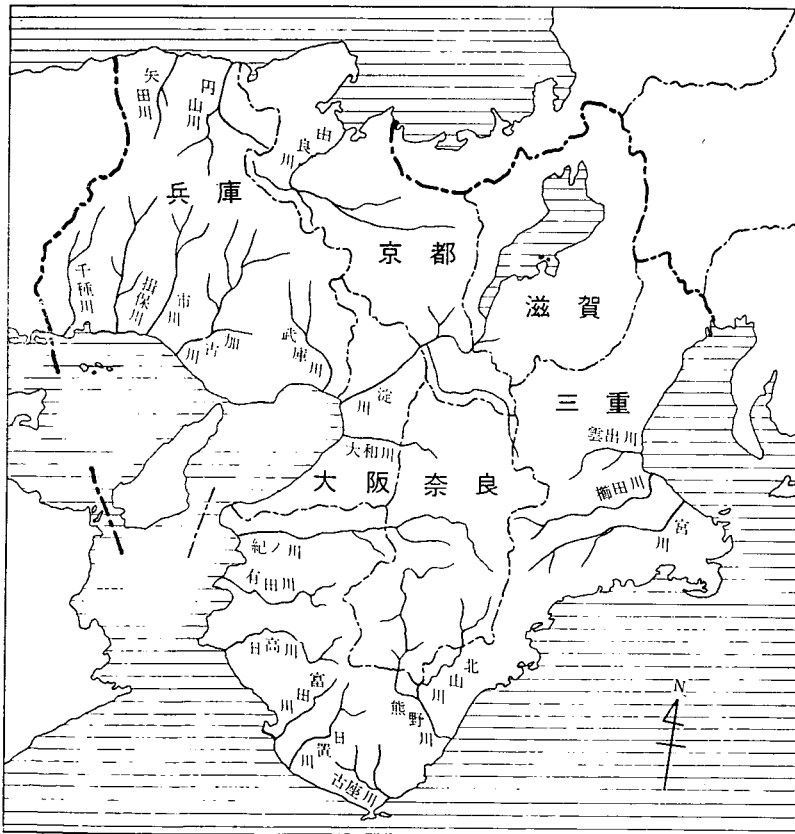


表 5.1 取水設備

河川	項目	ダム地点	取水地点	取水面積 (km <sup>2</sup> )	備考
東側	熊野川	12	30	1,368.3	既設を含む (池原ダム)
	船津川	0	3		
	銚子川	1	4		
	宮川	1	7	101.5	
	榑田川	3	3	134.9	
	雲出川	1	10	70.6	
西側	日置川	4	3	125.7	
	富田川	1	9	41.3	
	日高川	5	9	308.7	
	有田川	2	8	167.6	
	紀ノ川	5	32	416.3	
	淀川	3	44	287.0	
合流後	淀川 (含野洲川)	3	0	76.6	
計		41	162	3,148.5	

については導水を主体として考えたもので更に開発計画を検討する場合には貯水池の有効利用を考慮する必要がある。

なお工業基地開発の候補地として中南勢地区があげられているが、本計画ではこれを考慮していないが、当然具体化すればこの導水計画は

利用出来ることとなる。

表 5.2 の数値は「日本の理論包蔵水力」によるもので、本計画では5万分の1の国土地理院発行の図面で、プランメーターを使って概数を求めたものである。

本表によると標高 300 m 以上の流域に対して本計画では東側ルートにおいてその約 60%、西側ルートにおいて約 26% の地域から取水されることになる。

したがって全域に対して約 40% の地域を利用していることになるので更に取水地域を広め、取水量を増加することも可能である。

測水所は通産省公益事業局編「発電水力調査書(第四次)流量要覧」により選定を行なった。なお、各測水所における月別流況は表 5.4 の通りである。

洪水に対しては貯水池の有効な操作により、水を有効に利用すると共に下流への洪水防御を計るものとす。

表 5.2 関連水系の流域面積と本計画の取水面積

単位: km<sup>2</sup>

東側ルート				西側ルート(合流後)			
水系	全流域	標高 300 m 以上	本計画 (300 m)	水系	全流域	標高 300 m 以上	本計画 (300 m)
熊野川	2,357.4	1,924.8	1,368.3 50.0	日置川	413.4	290.5	125.7
船津川	—	—		富田川	260.4	121.8	41.3
銚子川	—	—		日高川	663.1	471.0	308.7
宮川	834.6	406.0	101.5	有田川	470.0	334.7	167.6
榑田川	467.4	255.6	134.9	紀ノ川	1,683.2	1,023.5	416.3
雲出川	548.5	283.7	70.6	淀川	8,051.6	3,299.6	363.6
計	4,207.9	2,870.1	1,725.3	計	11,541.7	5,541.1	1,423.2

表 5.3 測水所一覧表

東側ルート				西側ルート			
水系	河川	測水所	集水面積 (km <sup>2</sup> )	水系	河川	測水所	集水面積 (km <sup>2</sup> )
熊野川	十津川	平谷	851	日置川	日置川	殿山	309
"	北山川	大井	603	日高川	日高川	安井	224
宮川	宮川	大杉谷	126	有田川	有田川	栗生	288
榑田川	榑田川	波多瀬	327	紀ノ川	吉野川	寺尾	253
淀川	名張川	月ヶ瀬	615				

表 5.4 測水所流量表

東側ルート

測水所		平谷	大井	大杉谷	波多瀬	月ヶ瀬
水系		熊野川	熊野川	宮川	櫛田川	淀川
流域面積 (km <sup>2</sup> )		851	603	126	327	615
代表年						
月		28	28	28	31	32
月平均流量 (m <sup>3</sup> /s)	1	18.80	10.10	2.56	8.05	6.69
	2	14.20	8.62	2.24	4.20	10.10
	3	34.00	25.20	4.53	17.30	7.25
	4	31.30	28.70	5.59	11.20	11.50
	5	43.80	89.50	15.70	19.40	14.60
	6	110.00	179.00	15.10	16.00	22.00
	7	314.00	246.00	24.60	12.40	38.50
	8	58.80	67.40	20.00	6.40	27.50
	9	116.00	144.00	50.90	82.40	51.80
	10	58.80	30.20	15.40	40.80	17.50
	11	17.20	15.20	5.87	19.10	10.40
	12	19.80	24.00	8.77	3.34	10.20
平均		70.10	72.60	14.30	20.10	19.00
既往平均 (m <sup>3</sup> /s)	最豊年	107.00	498.00	336.00	282.00	83.00
	大水	6.20	8.35	10.50	4.82	2.92
	平	3.62	4.45	4.77	2.62	1.75
	渇年平均	1.35	1.42	1.66	0.97	0.65
		5.87	12.60	11.80	6.05	3.00

西側ルート

測水所		殿山	安井	栗生	寺尾
水系		日置川	日高川	有田川	吉野川
流域面積 (km <sup>2</sup> )		309	224	288	253
代表年					
月		31	32	32	28
月平均流量 (m <sup>3</sup> /s)	1	4.56	2.81	2.17	5.90
	2	7.33	5.63	6.20	5.48
	3	40.20	2.90	3.73	11.70
	4	33.30	36.70	17.40	12.70
	5	43.90	36.20	16.00	13.10
	6	28.40	9.19	13.70	24.50
	7	18.20	27.70	22.20	46.30
	8	11.20	20.70	13.70	17.17
	9	75.10	26.70	28.10	94.20
	10	17.30	7.02	8.49	27.00
	11	25.50	7.66	12.70	6.92
	12	6.82	6.87	8.16	5.82
平均		25.90	15.90	12.70	22.60
既往平均 (m <sup>3</sup> /s)	最豊年	203.00	175.00	139.00	402.00
	大水	8.55	6.89	3.91	5.19
	平	4.20	3.54	2.37	3.35
	渇年平均	0.98	1.28	0.89	1.49
		9.36	7.45	4.56	7.79

5.4 取水量の検討

流量の計算は各水系別に行ない、測水所のない水系は近接の水系の測水所の記録を利用した。

取水量は既得水利権に基づく需要水のほかに

河川維持用水等を考慮して決定するものであるが、本計画においてはその概数を求めるために豊水量（既往平均）を以て最大取水量とした。

また前記「琵琶湖・猪苗代湖連繋による本州中央部広域利水計画」に述べた通り河川の年間総流出量に対して、その利用率は平均 10% 程度であるので、本計画においても各水系の開発分を 30% と仮定し、これを以て下流への責任放流量とした。

洪水に対しては貯水池の有効な操作により、水を有効に利用すると共に下流への洪水防御を計るものとす。

表 5.5 に各水系別における貯水池の有効容量を示したが、これらの貯水池を用いて各河川から計画水路に取水できる量をルート毎に月別

表 5.5 水系別貯水池有効容量

ルート	水系	河川	取水面積 km <sup>2</sup>	有効貯水池 容量合計 1,000 m <sup>3</sup>	貯水池	日調整量 (m <sup>3</sup> /s)
東側	熊野川	十津川	928.7	50,820 (19.6)	9	588
		北山川	439.6	156,400 (60.4)	3	1,810
		船津川	} 50.0	6,750 (2.6)	1	78
		銚子川		3,750 (1.4)	1	43
		宮川	101.5	17,250 (6.6)	3	200
		櫛田川	134.9	6,000 (2.3)	1	70
		雲出川	70.6			
計		1,725.3	240,970	18		
西側	日置川	日置川	125.7	14,360 (5.5)	4	166
		富田川	41.3	7,000 (2.7)	1	81
		日高川	308.7	25,370 (9.7)	5	293
		有田川	167.6	6,870 (2.6)	2	80
		紀ノ川	416.3	20,950 (8.0)	5	242
		淀川	287.0	14,200 (5.4)	3	164
		計		1,346.6	88,750	20
東合流 西後	淀川 (野洲川 を含む)		76.6	19,880 (7.6)	3	230
合計		3,148.5	349,600	41		

注：( )内は貯水池の有効容量を1ヵ月間 (m<sup>3</sup>/s) 単位で表わしたものである。日調整量とは1日間 (m<sup>3</sup>/s) で表わしたもので、これだけ1日平均流入すれば池は一杯となる。

表 5.6 総取水量 単位：m³/sec

月	ルート		合流後	計
	東側	西側		
4	26.78	54.36	0.72	81.86
5	86.71	55.17	1.11	142.99
6	114.57	61.89	1.71	178.17
7	117.73	64.96	1.72	184.41
8	117.76	64.98	"	184.46
9	122.90	71.80	"	196.42
10	78.00	40.64	1.85	120.49
11	26.51	18.32	"	46.68
12	20.75	12.86	"	35.46
1	17.54	8.95	"	28.34
2	17.65	8.96	"	28.46
3	35.47	29.05	"	66.37
平均	65.50	41.14	1.64	108.28
設備	122.90	71.80	2.20	196.90

で求めたのが表 5.6 である。

5.5 工事費の概算

河川からの取水量の計算は前記の通り、水系別に行なったので各水系の取水量の最大（これがその水系の取水設備となる。）はその水系から次の水系に移る地点の大きさを表わすものである。

導水路工事費の概算にはその平均値を以てそ

表 5.7 水路表

項 ルート	水 系	最大取水量 (m³/s)		隧道の半径 (m)			隧道 延長 (km)
		個別	累計	始点	終点	平均	
東 側	熊野川 (十津川)	60.0	60.0	0.75	2.58	1.66	77.4
	熊野川 (北山川)	37.0	97.0	2.58	3.21	2.89	26.0
	船津川	5.3	102.3	3.21	3.29	3.25	22.4
	船鉾宮川	10.7	113.0	3.29	3.45	3.37	20.4
	櫛田川	6.5	119.5	3.45	3.54	3.49	20.1
	雲出川	3.4	122.9	3.54	3.59	3.56	22.7
西 側	日置川	10.7	10.7	0.75	1.28	1.01	17.2
	富田川	3.5	14.2	1.28	1.44	1.36	13.7
	日高川	21.0	35.2	1.44	2.06	1.75	20.8
	有田川	6.6	41.8	2.06	2.22	2.14	21.1
	紀ノ川	21.6	63.4	2.22	2.65	2.43	109.0
	淀川	8.4	71.8	2.65	2.80	2.72	29.2
合流後	淀川	2.2	196.9	—	—	5.50	32.0
発電所	野洲川	—	196.9	—	—	—	2.1

の水系の水路の大きさとした。その一覧表は表 5.7 のとおりである。

工事費の概算については東側、西側、合流後の各ルートとも掘削費 6,000 円/m³、コンクリート 9,000 円/m³ として計算を行ない、さらに堰堤工事費は 41 カ地点について掘削 2,000 円/m³、コンクリート 6,000 円/m³ として概算を行なった。その結果をまとめたのが表 5.8 である。

表 5.8 工事費概算表

単位：10⁶ 円

工事費	ルート		合流後	計
	東側ルート	西側ルート		
隧道	47,760	37,873	11,450	97,083
堰堤	12,276	9,984	6,096	28,356
発電所	—	—	—	19,474
計	60,036	47,857	17,546	144,913

5.6 野洲発電所概要

使用水量 満水位 320 m  
 最大 196.9 m³/s 放水位 215 m  
 平均 108.3 m³/s 利用水深 20 m  
 有効落差  
 最大 100.8 m 発電力 168,000 kW  
 平均 94.3 m 電力量  
 755,000,000 kWh

5.7 経済効果

一応の目安として主体工事の水路费、堰堤費ならびに発電所工事費について概算を行ない経済性の検討を行なった。総工事費として水路、堰堤、発電所等についてみれば、表 5.8 に示したように 1,449 億円となる。

仮りにその他工事費として 100% 見込んで 2,900 億円となる。その年経費を 10% とみて 290 億円に相当する。一方年間取水量は表 5.6 でも明らかのように 34 億 m³ で、これを発電に利用すると 7.55 億 kWh となる。電気料金 6.2 円/kWh、工業用、上水用の水料金

を平均 15 円/m<sup>3</sup> とすると総収入約 558 億円となり充分経済効果はあるものと考えられる。

### 5.8 む す び

以上水資源開発の一案として各水系を大型水路により連結を図る大幹線計画の増強案として豊富な水資源のある紀伊半島の未開発水の琵琶湖導入計画を図ったものである。

これにより約 7.5 億 kWh の電力と都市用、工業用等の用水約 34 億トンを取得出来ることとなる。

また琵琶湖自体にも益する所が多いとともに思いきった琵琶湖再開発計画を行なう必要がある。

(技術経済部)