

# 論 說 報 告

第 28 卷 第 10 號 昭 和 17 年 10 月

## 北支河川の流量並に貯水事業の特性

正會員 有 坂 誠 喜\*

**要 旨** 北支河川は年流量が僅少なる上に、その季節的、歴年的變化甚大にして、洪水は夏期に集中し、洪水量が爆発的に大なるに拘らず低水量、渇水量が極めて小なるは、吾人が日本内地に經驗せるより遙かに著しい。従つて洪水調節並に渇水補給の要求せらるゝ事頗る大なるを以て、貯水事業は北支水利事業中最も重要なものである。本文は北支河川の主として事變前に於ける流量資料を僅か數年の記録ではあるが整理しこれによつて、各種水利事業と貯水事業の關係を極めて概括的に論じたものである。もとより資料も甚だ不充分であり、又著者の北支に於ける經驗も僅か 3 ケ年に過ぎないので、誤つた推論も可成りある事と思はれるが、その點は大方の御叱正を仰ぎたい。

### 目 次

- |   |   |
|---|---|
| <p>1) 貯水事業より見たる北支河川の河狀，降雨量並に流量</p> <p>1. 河 狀</p> <p>2. 降 雨 量</p> <p>(1) 年平均雨量</p> <p>(2) 季節的分布</p> <p>(3) 歴年變化率</p> <p>(4) 日本内地との比較</p> <p>3. 河川流量並に其の雨量との關係</p> <p>(1) 流量の年變化</p> <p>(2) 流出係數</p> <p>(3) 流量の季節的分布</p> <p>(4) 歴年變化率</p> <p>4. 貯 水 池</p> <p>(1) 貯水機能の特性</p> <p>(2) 貯水地點の地形</p> <p>(3) 堰堤地點の地形地質</p> <p>(4) 含砂量と貯水池の壽命</p> <p>5. 取水並に導水上より見たる河川狀況</p> <p>2) 貯水事業と治水並に利水との關係</p> <p>1. 治水との關係</p> <p>2. 水源の砂防と治水との關係</p> | <p>3. 水力との關係</p> <p>(1) 水力上より見たる河川概況</p> <p>(2) 水力と治水及び他の水利事業との關係</p> <p>(3) 水力計畫並に包藏水力</p> <p>4. 水運との關係</p> <p>(1) 序 說</p> <p>(2) 水運路としての河川狀況</p> <p>(3) 水運路と水源</p> <p>5. 農業水利との關係</p> <p>(1) 農業概況</p> <p>(2) 土地利用の現況</p> <p>(3) 土地改良の根本問題</p> <p>(4) 河川流量の農業に及ぼす影響</p> <p>(5) 河川流量と灌漑面積</p> <p>6. 水道及び工業用水との關係</p> <p>3) 北支に於ける貯水事業と黄河河水導入の意義</p> <p>1. 概 說</p> <p>2. 北支河川の流量と黄河の流量</p> <p>3. 黄河河水の北支平野への導入の技術的考察</p> |
|---|---|

### 1. 貯水事業より見たる北支河川の河狀，降雨量並に流量

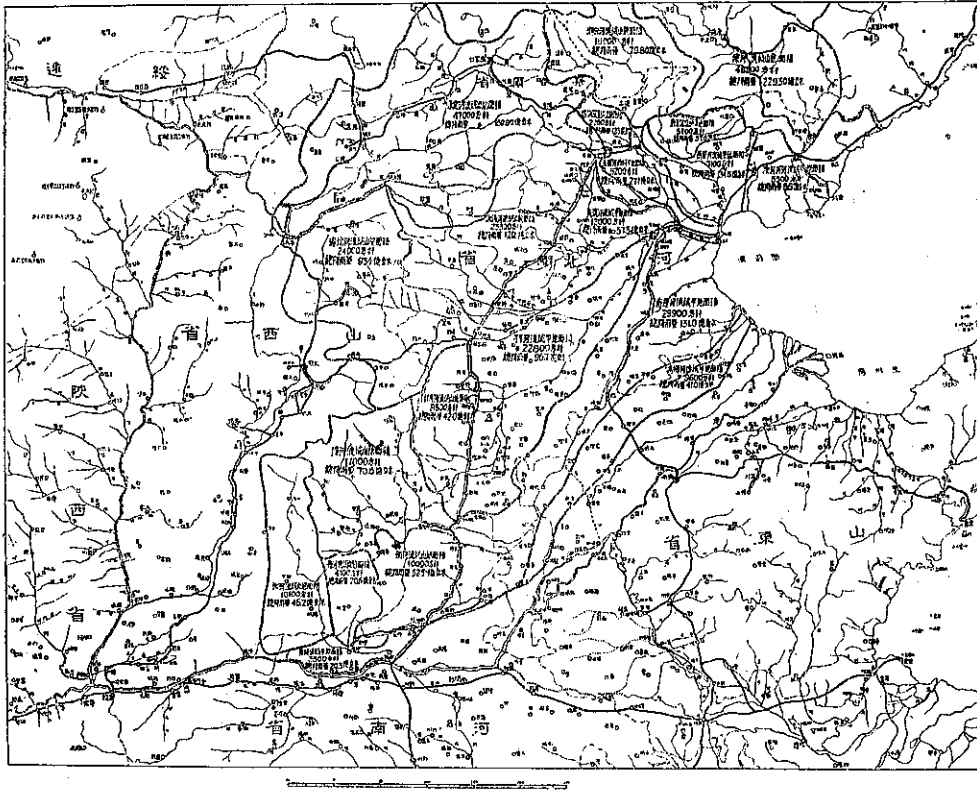
#### 1. 河 狀

こゝに北支河川と稱するは、濼河以南黄河以北の濼河瀾運河，白河水系馬頰河並に黄河水系中北支平野に直接

\* 工學士 元滿洲國建設總署水利科長

關係する沁河、丹河の流域を稱するものとす。この地域の全流域面積は 314 800 km<sup>2</sup>、内山地 219 200 km<sup>2</sup>、平地 95 600 km<sup>2</sup> である。各河川の流域面積は圖-1 及び表-1 に示す通りである。

圖-1. 北支河川流域圖 (附流域總降雨量)



地勢に就て見れば西北部は高峻なる山岳地帯にして、河川は山岳の溪谷を降下すれば急に平野に出る。一般に山岳地帯を通過する間は、河川勾配比較的急にして平均 1/300~1/600 が大部分を占め、平野に出れば急に 1/1 000 以下の緩勾配となり、その變化は極めて短區間に行はれる。従つて高嶺を下る河流は迂迴する暇なく山岳地帯を通過する流路は、比較的短く且つ各河川分立し、各々の流域面積は比較的大ならず、山岳地帯を流下する湍流は常に兩岸を浸蝕し、泥沙を短距離の下流河床に沈澱せしむる傾向多く、加ふるに沿線黄土の分布範圍廣く流水の含砂量は驚くべき多量に達し、これが北支河川の一大特色をなす。平地に出た河川は灤河、馬頰河を除けば何れも次第に緩慢なる勾配を以て平津に集中し、海への放出口は僅かに海河 1 つである。然るに山麓地方に來襲する各河川の最大洪水量は數萬 m<sup>3</sup>/sec に達する巨量なるに拘らず、海河 1 つの可能放流量は僅かに 1 500 m<sup>3</sup>/sec に足らざるを以て、氾濫の激化せらるゝは當然である。且つ又山岳地帯から急に平野に出るためその勾配變化が著しく、所要河幅の増加があまりにも急激に増大するため河川は亂流し、大洪水に際しては先づこの附近より氾濫しやすい。

これは含砂量が多く低水量が少き爲め、低水路の維持が困難なる事によつて更に激化せらるゝ傾向にある。實際永定河、黄河の如く特に含砂量、洪水量の莫大にして水害の激甚なる河川以外では、山麓部に連なる平野に堤防

の無いものが多く徒らに氾濫するにまかせてある。従つて大洪水に於ては京漢線上流の山麓地方より氾濫し始めるが、京漢線と津浦線間の緩勾配の地區を遊水地とし、次第にまとまつた河道に入り天津に集中する如く方向を轉じ海河に達するのである。而して北支平野は白河及び黄河等の沖積地帯の廣大なる平野なるを以て、平地部に於ける河川の延長は日本内地の諸河川に比すれば著しく長く又勾配も緩である。次に各川の延長及び勾配を示せば 表-2 及び圖-2, 3 の如くである。

表-2 及び圖-2 によれば灤河は長城線下流の冀東地區内は概して 1/2 000 ~ 1/3 500 にして、標高 100 m に達するには滿洲國熱河省に及び、河口より約 220 km 上流になる。然るに同じ冀東に於ける蘆運河は平地部に於ては、頗る緩勾配にして 1/5 000 ~ 1/50 000 にて標高 10 m に達するは、河口より 200 km の上流に及び、この間の平均勾配は 1/20 000 である。次に北運河は最下流部は海河にして 1/20 000 の緩勾配であるが、この上流より通州附近に至る間は 1/6 000 ~ 1/10 000 であり、これより上流は可成急勾配となり、標高 30 m となるは海河の河口より 250

km 上流になる。永定河も亦海河に合流する河川にして、山岳地帯より平地部に出て三家店に於ては標高 100 m にして海河を含む河口より上流 170 km に當る。これより蘆溝橋に至る間は 1/400 ~ 1/600 にして、蘆溝橋下流は 1/1 000 ~ 2/500 の勾配を以て北運河に合流する迄至る。

大清河も亦下流部は頗る緩にして、白洋淀下流は 1/20 000 以下であるが、これより上流は遙かに急勾配にして、北拒馬河に入れば 1/2 000、滌龍河、唐河に入れば 1/3 000 ~ 1/1 000 となつて居る。然し保定に至る府河は最も緩勾配にして 1/5 000 である。子弟河は大體 1/15 000 程度であるが、これより滌龍河に沿ふては急に急勾配となり 1/3 000 にして京漢線鐵道橋附近に及べば 1/1 500 となる。これに反し滌陽河に沿ふては遙かに緩勾配にして、1/10 000 ~ 1/5 000 程度にして京漢線鐵道橋附近に至るまで 1/3 000 以下である。南運河は緩勾配の區間最も長く

表-1. 北支河川流域面積一覽表 (單位 km<sup>2</sup>)

水系名	河川名	全流域面積	内山地面積	内平地面積
灤河	全	53 700	48 200	5 500
	灤河	46 600	45 000	1 600
	徒河 沂河 其他	7 100	3 200	3 900
蘆運河		12 800	5 700	7 100
北運河	全	25 400	20 200	5 200
	潮白河		18 000	
	温榆河		2 200	
永定河		47 000	47 000	
大清河	全	35 800	23 300	12 000
	非白洋淀流入		9 000	
	白洋淀流入		14 300	
子牙河	全	56 400	33 600	22 800
	滌龍河		24 000	6 800
	滌陽河		9 600	16 000
南運河	全	56 900	27 000	29 900
	漳衛河		17 000	
			10 000	9 400
白河計		221 000	151 100	69 900
黄河	全	17 700	14 200	3 500
	沁河		10 100	
	丹河		4 100	
馬頰河		9 600		9 600
合計		314 800	219 200	95 600

表-2. 北支各河川一定高度に達する迄の河口よりの距離

(上は距離 km, 下は勾配 1/x の x)

河川名	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	150	200	高度 (m)
灤河	24 2 400	60 3 600	91 3 100	118 2 700	149 3 100	168 1 900	193 2 500	202 900	210 800	218 800	254 720	284 600	距離 (km) 勾配
	河口と東王莊の中間	東王莊上流 5km	盧龍下流 4km	盧龍上流 2km		羅家屯下流 16km	羅家屯上流 8km				潞河口下流 3km	柳河口下流 3km	位置及地名
薊運河	195 19 500	238 4 300	267 2 900										
	香河縣下流 3km	蕪莊下流 7km	牌樓莊										
北運河	165 16 500	215 6 000	250 3 500										
	紅廟	通州	蘇莊										
永定河	45 4 500	71 2 600	107 3 600	128 2 100	144 1 600	155 1 100	161 600	164 300	168 400	172 400	263 350	282 340	
		雙營	南四工	金門閣上流 3km	閩仙岱上流 4km	蘆溝橋				門頭溝下流 4km	門頭溝		
大清河	180 18 000	200 2 000	223 2 300										
	仙橋村	雙子營下流 5km	瑞河鎮上流 5km										
	175 17 500	205 3 000	221 1 600	240 1 900	254 1 400	205 1 100	273 800	279 600					
	藏家灣	北河莊上流 3km	北河莊恩賜村の中間	恩賜村上流 20km	清水河村	京漢線鐵橋	白莊下流 6km	白莊					
滹沱河	167 16 700	225 5 800	248 2 300	280 3 200	310 3 000	332 2 200	351 1 900	365 1 400	376 1 100	385 900	417 640	440 460	
	藏家秘下流 5 km	會鳩村下流 7km	會鳩村上流 13km	深澤縣下流 10km	藁城縣下流 10km	正定縣	正定縣	右同上流 5km			古賢莊	東漢泥上流 10km	
	332 16 500	405 7 300	445 4 000	503 5 600	507 3 400	549 1 200							
滏陽河	秀家莊下流 12 km	北定橋下流 10km		雞澤上流 3km	京漢線下流 6km	右同上流 5km							
南運河	190 19 000	370 18 000	520 20 000	640 12 000	770 13 000	860 9 000	940 8 000						
			臨胛		五陵鎮	淇門鎮	合河鎮						
					766 4 600	782 1 600	800 1 800	816 1 600	834 1 800	844 1 000	882 750	990 240	
漳河						油房				豐樂鎮	大河溝上流 4km		

摘要

勾配は標高 1 に對する距離の比にして、各 10 m 區間毎の勾配をなす。  
其他は號紙平面圖及び縱斷圖參照。

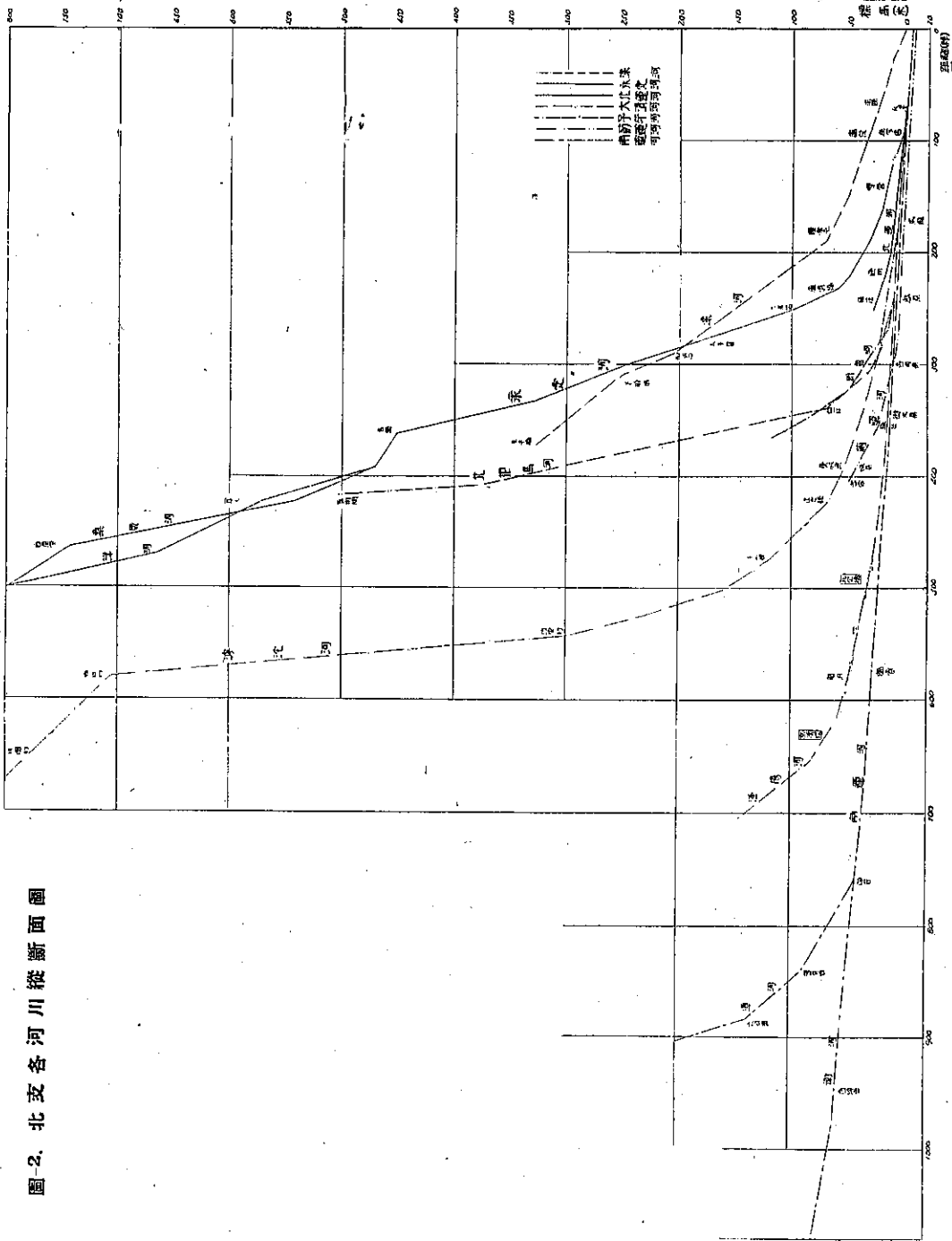


图-2. 北支各河川縦断面圖

圖-3. 北支年平均雨量曲線圖

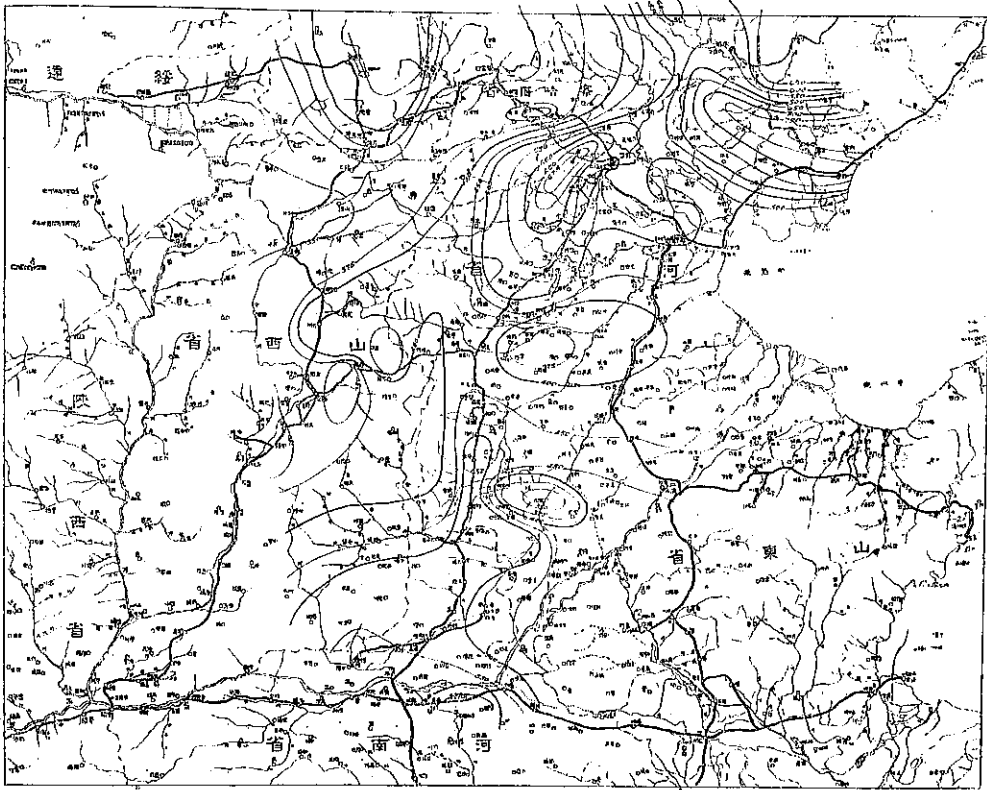


表-3. 各河川京漢線鐵道橋の橋臺並に天津に至る距離

河川名	鐵道橋に於ける標高 (m)	鐵道橋天津間の流路延長 (km)	摘要	
灤河	22	60	河口迄の距離	
衛運河	1.8	20	〃	
北運河	20	145	京古線通縣	
永定河	60	130	京漢線	
大清河	北拒馬河	26	145	〃
	府河	17	160	〃
	唐河	79	260	(新唐河)
子牙河	漳沱河	72	200	〃
	滏陽河	69	450	〃
南運河	衛河	69	570	〃
	障河	89	510	〃

臨清附近までは 1/20 000 これより次第に急となるも、京漢線鐵道橋まで 1/8 000 以下である。然るにこれに合流する漳河は、頗る急勾配にして 1/1 700 にして、京漢線鐵道橋に至れば 1/1 000 程度となる。

以上を通過するに地形の関係上、平地部に於ても大行山脈より直角に流下せる東西方向を持続せる流路、例へば永定河、滹沱河、及び漳河の如きは南北方向に流れる滄陽河、南運河及び蘆運河に比して遙かに急である。換言すれば北支河川は東西方向の流路は急にして、これに南北方向の加はる程緩となる傾向が窺はれる。次に参考のため各河川に京漢線鐵道橋の水位と、天津に於て海河に合流するまでの延長を示せば表-3 の如くである。

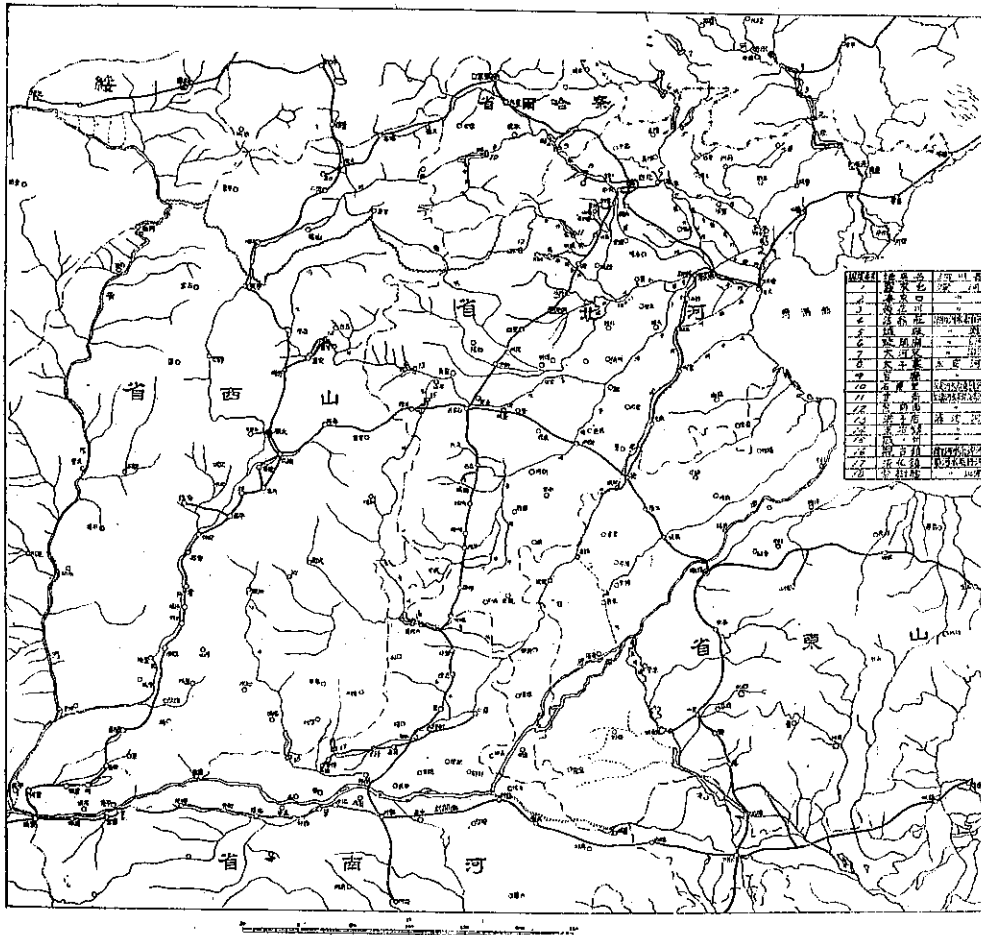
## 2. 降 雨 量

北支の雨量はその地形とこれが東亞季節風の影響圏にある爲特有のものがある。即ち西北の諸山は大行山脈によつて海洋と隔絶せられる爲、一種獨特の乾燥地帯となり冬季の雨量は極めて稀少である。大行山脈の東南麓は

表-4. 北支河川各流域降雨總量並に年平均雨量

水 系	河 川 名	總 降 雨 量 (億 $m^3$ )			年 平 均 降 雨 量 (mm)			備 考
		全	山 地	平 地	全	山 地	平 地	
滹 沱 河	全	320.3	284.9	35.4	595			本流下流も含む
	滹 沱 河	264.3	264.3		588	588		
	徒 沂 其 他	56.0	20.6	35.4	644	644	644	
蘆 運 河		71.6	37.0	34.6	559	650	495	
北 運 河	全	119.2	92.1	27.1	470	455	522	
	潮 白 河		79.8			433		
	温 榆 河		12.3			588		
永 定 河		169.9	169.6			362		
大 清 河	全 非白洋淀流入 白洋淀流入	177.3	120	57.3	502	515	478	
子 牙 河	全	232.1	135.4	96.7	411	403	424	
	滹 沱 河		93.4			389		
	滄 陽 河		42.0			437		
南 運 河	全	254.0	123.0	131	446	456	438	
	漳 河		70.5			415		
	衛 河		52.5			525		
白 河 計		952.5	640.4	312.1	430	423	447	
黄 河	全	88.1	67.8	20.3	498	477	580	
	沁 河		46.2			456		
	丹 河		21.6			525		
馬 頰 河		41		41			427	
合 計		1473.5	1029.5	443.4	468	470	463	

圖-4. 北支河川貯水池地點一覽圖



峻険にして東南より来る海洋の濕氣は、常に高嶺に衝突して夏秋の候には爆發的大豪雨が襲來する事がある。

(1) 年平均雨量

年平均雨量は京漢線沿線山麓に沿つて最も多く 600~500 mm, この東側に接續する平野に於ては 500~450 mm, 西北山地は最も少く 400~350 mm である。従つて等雨曲線は東北より西南に向つて居る。

而して年平均等雨曲線より各流域に降る 1 年間の平均總降雨量は、前掲の北支河川全流域を合計すれば 1473 億 m<sup>3</sup>。内山地 1030 億 m<sup>3</sup> 平野 443 億 m<sup>3</sup>、にして、これを年平均雨量に換算すれば全流域 468 mm, 山地のみに就て見れば 470 mm, 平野部のみに就て見れば 468 mm で、これを各河川の流域別にすれば表-4 及び圖-4 の如くである。

上記の表-4 に就て見れば山岳地方に於ては蘆運河の 650 mm を最高とし、滌河 (588 mm), 大清河 (515 mm), 沁河丹河 (477 mm), 南運河 (456 mm), 北運河 (455 mm), 子牙河 (403 mm) の順にして永定河の 362 mm が最も少い。平野地区に於ては滌河の 644 mm を最高とし、沁河丹河 (580 mm), 北運河 (522 mm), 蘆運河 (495 mm), 大清河 (478 mm), 南運河 (438 mm) の順にして子牙河及び馬頰河の 427 mm は最も少い; 即ち北支那平



野は中央部たる子牙河流域最も雨量少く、420 mm 強にしてこれより東北及び西南に向つて増加し、滹河及泌河丹岳の下流平野は最も大きく 600 mm 前後に達して居る。

(2) 季節的分布

北支の降雨は季節的分布甚だしく不平均にして、1ヶ年の総降雨量の 70~80% が大體 6, 7, 8 月の 3ヶ月間に集中し、冬期は異状な乾燥が續く。支那水利問題によれば北支各地の夏季降雨量の年総降雨量に對する割合は、京漢線一帶の各地沿線は 81.3% 京漢線以西の山岳地帯に於ては 67.2%、京漢線以東の平野地帯 77.6%、にし

表-5. (1) 北支各河川流域季節別雨量分布率(百分比)

水系名	河川流域	春	夏	秋	冬	全年	備考(観測地點及び観測年數)
滹河	山地	10.9	71.5	15.9	1.6	100	盧龍~6, 羅家屯~9, 喜峯口~8, 承德~11 灤縣~10, 唐山~2, 老也尖~5.
	平地	11.5	73.7	12.6	2.2	100	
薊運河	平地	10.5	75.7	11.6	2.1	100	崔興浩~4, 蘆臺~8, 九王莊~9, 玉田~17, 遵化~9, 三河~10, 蕪莊~21
北運河	山地	12.3	70.1	15.4	2.2	100	獨石口~9, 赤城~9, 昌平~9, 古北口~14, 千家店~7 天津~50, 北京~74, 南蔡村~20, 土門樓~3
	平地	11.5	75.5	12.7	1.7	100	
永定河	山地	12.9	70.1	14.5	2.5	100	大同~14, 渾源~19, 蔚縣~18, 陽高~15, 張家口~18, 懷來~17, 三家店~19, 官廳~15
大清河	山地	8.5	76.0	13.3	2.1	100	楊家坪~16, 張家鎮~16, 柴溝關~8, 阜平~5, 釣魚臺~9 深澤~21, 新鎮~21, 楊柳青~21, 佟村~11, 保定~26
	平地	9.3	75.3	12.8	2.6	100	
子牙河	山地	12.3	73.4	10.9	3.4	100	武安~7, 石門~16, 内邱~8
	山地	11.7	70.6	15.1	2.6	100	代縣~18, 竹縣~19, 平定~16
	平地	11.4	72.8	12.2	3.6	100	獻縣~19, 永年~13, 衡水~19, 深澤~21
南運河	山地	16.0	63.4	16.5	4.1	100	長治~11, 遼縣~4, 新鄉~4 大名~19, 臨清~21, 四女寺~10, 馬廠~20, 安陽~15, 歲張~17, 楊柳青~21
	平地	11.5	72.1	12.6	3.8	100	
馬頰河	平地	12.5	70.7	13.0	3.8	100	慶雲~7, 朱家塞~11, 臨清~21
沁河丹河	山地	16.5	63.7	14.5	5.3	100	平遙~17, 長治~11, 晋城~10 新鄉~4
	平地	13.1	62.79	18.02	60.9	100	

表-5. (2) 各河川流域季節別雨量分布率

區別	春	夏	秋	冬	全年
山地	12.64	69.85	14.51	2.98	100
平地	11.41	72.35	12.56	3.24	100
平均	12.03	71.10	13.54	3.11	100

て全支那中最も大なる率を示す。各河川の流域毎に比較的長期間観測値のある二、三の地點を選び、各季節の雨量分布を示せば表-5である。

これによれば夏季降雨量の割合は平地部 72.35%、山地部 69.85% に前記の支那水利問題の数字より幾分小であるが平均 70% 強と云ふ所で平地部が山地部より大なるは一致して居る。

(3) 歴年變化率

歴年の降雨量の變化の大なる事も亦北支の特性にして年の最大降雨量と最小降雨量との比は北京の如く観測年數の 50 年以上に及ぶものにあつては、實に 6 倍にも達し僅か 10 年の統計を取つても 3 倍に達す。

尙この歴年變化率は年降雨量の小なる程著しくなる傾向が窺はれ、年平均降雨量に對する變化率は年降雨量 500 mm 以上の所では 30% 以下、年降雨量 500 mm 以下の所では 30% 以上と云はれてゐる。更に夏季降雨量のみによつてこの歴年變化率を比較すれば、上記の比例は一層大となり、夏季降雨量の大なる年には年平均降雨量を超過する事も決して珍らしくない。各河川の流域毎に比較的長期の観測値を有する二、三の地點を選びその歴年變化率を示せば表-6である。

表-6 (1). 北支各河川流域年雨量變化率 (mm)

水系名	流域	平均	最大	最小	最大と平均の比	最小と平均の比	最大と最小の比	備考 (観測地點及び観測年數)
灤河	平地	599.5	837.0	401.0	1.38	0.67	2.08	盧龍~6, 羅家屯~9, 喜峯口~8, 承德~11 の平均
	山地	683.5	935.8	470.7	1.37	0.72	1.99	灤河~10, 唐山~2, 老也尖~5 の平均
蘆運河	平地	615.1	923.3	390.3	1.49	0.65	2.66	崔興站~4, 蘆臺~8, 九王莊~9, 玉田~17, 遵化~9 の平均 三河~10, 糞莊~21
北運河	山地	492.7	837.5	265.1	1.69	0.41	3.21	獨石口~9, 赤城~9, 昌平~9, 古北口~14, 千家店~7
	平地	285.3	1695.5	298.6	1.80	0.56	4.06	天津~50, 北京~74, 南蔡村~20, 土門樓~3
永定河	山地	401.3	702.3	220.5	1.78	0.57	3.27	大同~14, 渾源~19, 蔚縣~18, 陽高~15, 張家口~18, 懷來~17, 三家店~19, 官廳~15
大清河	山地	553.8	883.4	279.5	1.57	0.58	2.84	楊家坪~16, 張坊鎮~16, 紫荊關~8, 阜平~5, 釣漁臺~9
	平地	473.9	809.0	265.3	1.71	0.60	2.90	深澤~21, 新鎮~21, 楊柳青~21, 佟村~11, 保定~26
子牙河 (滹沱河) (滏陽河)	山地	397.2	643.8	248.2	1.61	0.52	3.11	武安~7, 石門~16, 内邱~8
	山地	397.2	643.8	248.2	1.61	0.52	3.11	代縣~18, 竹縣~19, 平定~16
	平地	430.5	693.9	257.3	1.61	0.62	2.82	獻縣~19, 泉年~13, 衡水~19, 深澤~21
南運河	山地	445.7	521.5	300.2	1.32	0.68	3.33	長冶~11, 遼縣~4, 新鄉~4
	平地	474.5	812.2	352.3	1.71	0.60	2.81	大名~19, 臨清~21, 四女寺~10, 馬廠~20, 安陽~15, 蘭張~17, 楊柳青~21
馬頰河	平地	475.2	842.3	194.0	4.40	0.41	4.61	慶雲~7, 朱家寨~11, 臨青~21
沁河丹河	山地	469.5	743.4	306.3	1.68	0.64	2.80	平遙~17, 長冶~11, 晉城~10
	平地	445.7	622.2	158.1	1.39	0.35	3.93	新鄉~4

表-6 (2). 各河川綜合流域年雨量變化率

	平均	最大	最小	最大:平均	最小:平均	最大:最小
平地	473.96	904.42	289.61	1.91	0.61	3.12
山地	480.11	738.93	292.33	1.54	0.61	2.53
平均	477.04	821.67	290.10	1.72	0.61	2.83

即最大と平均の比は 1.4~1.8, 最小と平均の比は 0.4~0.7 の範圍にして, 最大と最小の比は 2~4, 平均 2.8 倍強に達する。而して平地部の方が山地部の方よりその比率の大なるは注目すべき事である。

## (4) 日本内地との比較

以上を表-7 に示す日本内地の年平均雨量 1500~2000 mm にして, 夏季降雨量がその 25~40% なるに比すれば, 北支は年降雨量に於て 1/3~1/4 なるに拘らず夏季降雨量のみで就て見れば 1/2 以上に及び, 他の季節は 1/10 に

表-7. 日本内地各地點季節別平均雨量表

地 點	雨 量					観 測 年 數	割 合				
	春	夏	秋	冬	全 年		春	夏	秋	冬	全 年
岐 阜	542	720	529	221	2012	46	26.94	35.79	26.29	10.98	100
高 山	403	605	519	298	1825	31	22.08	33.15	28.44	16.33	100
松 本	263	389	335	133	1120	33	23.48	34.73	29.91	11.88	100
飯 田	429	607	468	220	1724	33	24.89	35.21	27.14	12.76	100
長 野	207	354	276	160	997	42	20.76	35.50	27.69	16.05	100
高 田	409	381	788	1314	2892	10	14.14	13.17	27.25	45.44	100
東 京	400	458	539	179	1576	48	25.38	29.06	34.20	11.36	100
前 橋	259	545	398	93	1295	34	20.00	42.09	30.73	7.18	100
福 島	258	439	377	160	1234	41	20.91	35.57	30.55	12.97	100
山 形	331	500	558	406	1795	48	18.44	27.86	31.08	22.62	100
平 均	350.1	499.8	478.7	318.4	1647		21.70	32.21	29.32	16.77	100

も足らざる事多く, 如何に雨量分布の不均等なるか察知する事を得。又洪水の原因たる短期の連続降雨量は北支に於ても臨洛關の民國 13 年 7 月 15, 16 の兩日にて 595 mm に達し, 民國 11 年 7 月 23 日の柴荆關の暴雨は北支記録中の最大なるものにして, 1 日にて 372.1 mm, 23, 24 の 2 日間にて 577.5 mm, 23 から 25 日までの 3 日間の總降雨量合計は實に 612.3 mm に及んで居る。これに對し日本内地の日雨量の最大は概ね 150 mm 以上にして, 水源地方にては 300 mm 以上にも達する所も多く, 秩父地方の明治 43 年 8 月の颱風に際して 3 日間の雨量は 450 mm, 昭和 9 年 7 月の石川縣手取川上流の 7 月 11, 12 兩日の雨量は 466 mm で, 北支と大體同程度であると云ふて差支ない。即北支と日本とは 1~數日間の連続降雨量は大體同量であるが, 期間が増大するに伴ひ兩者間の差が増加し年雨量となれば 33 倍にも達するのである。

歴年の變化率は日本内地は表-8 に示す如く, 數拾年の統計を取つても最大及び最小は平均に對し夫々 1.3 及び 0.8 程度にして, 10 年位の統計ではその變化率は 15% 以下である。これを北支の變化率に比較すれば實に 1/3

表-8. 日本内地各地點年雨量歷年變化率

地 點	観 測 年 數	雨 量 (mm)			最大と 平均の比	最小と 平均の比	最大と 最小の比
		平 均	最 大	最 小			
岐 阜	46	2 012	3 448	1 343	1.71	0.67	2.57
高 山	31	1 825	2 446	1 335	1.34	0.73	1.83
松 本	33	1 120	1 582	578	1.41	0.52	2.74
飯 田	33	1 724	2 214	1 241	1.28	0.72	1.78
長 野	42	997	1 297	723	1.30	0.73	1.79
高 田	10	2 892	3 656	2 692	1.26	0.93	1.36
東 京	48	1 576	2 194	1 161	1.39	0.74	1.80
前 橋	34	1 295	1 733	938	1.34	0.72	1.87
福 島	41	1 234	1 621	906	1.31	0.73	1.79
山 形	48	1 795	2 442	1 331	1.36	0.74	1.83
平 均		1 647	2 263.3	1 223.8	1.37	0.72	1.95

~1/4 に過ぎない。

### 3. 河川流量並に其の雨量との關係

北支は雨量少く且つその過半が夏季に集中し、加ふるに流域の山岳地帯は全く山骨稜々として水源涵養に資すべき樹木の生育殆んど無く、従つて降雨を調節し流量を平均する事なく、大強雨は直ちに洪水となり降雨少き季節には極端に流量を減ず。換言すれば河川係數極めて大にして漏水量は著しく小であるが洪水量は反對に相當大である。又上流地方は特有の乾燥氣候にして、河川の沿線に農耕に適する盆地各所にあり、こゝには灌漑水用を取水するもの數多く、爲に春季 4, 5, 6 の灌漑期には下流部に於ける河川流量は極端に減ず。特に北支河川中にて上流に平地草原の廣く展開するもの程流出係數小となり平水、低水並に漏水量を減少せしむる事著しい。即ち永定河、瀾滄河、湄河の如き大河に於ても平均漏水量は  $5 \text{ m}^3/\text{sec}$  前後に過ぎなく、その他の河川も推して知るべきである。従つて各河川の流出係數は概ね 15~20% にして永定河の如きは僅かに 9% に過ぎない。又年降雨量の歴年變化の大なるをそのまま反影し、年流出量に於てもその變化極めて大にして、濠年と旱年との比は雨量より若干著しく 3~4 倍に達す。従つて大旱年に於ては灌漑期各河川殆んど涸渇せんばかりに減水し、瀾河、永定河の外は水源に湧水なき限り何れも流量皆無となる状態である。即ち大清河水系の北拒馬河、府河及び滄陽河、安陽河、衛河の如き流域面積極めて小なるに拘らず漏水量の比較的豊にして、旱魃に際しても河水の涸渇せざるはその水源に多量の湧水あるによるものである。

#### (1) 流量の年變化

北支河川の洪水は 7, 8, 9 の 3 ヶ月に限られ、その他の期間に於ては殆んど絶對に著しい出水は無いと云ふも差支ない。従つて 10 月以降次第に減水し 12 月より稍渇水となる。しかし 3 月の解氷期に少しく増水するもその程度は比較的輕微で再び渇水期に入る。即ち渇水は春冬の 2 季に起り、その繼續期間並に程度は日本の諸河に比すれば甚だ顯著である。特に上流地方に取水及び蒸發が多いためか、春季の渇水が概ね冬季より著しいのは日本の諸河川と著しい對照をなす。既往の資料を整理し僅か數ヶ年の記録に過ぎないが、各河川の月別平均流量を示せば表-10である。

表-9. 北支河川最大及び最小流量

		流域面積	測 點	最大洪水量	民國年月	最小流量	民國年月
灤 河		46 600	灤 縣	9 760	19--7	12	23--1
薊 運 河			九 王 莊	416	22--7	5	19--
北 運 河	湖 白 河	18 000	蘇 莊	5 800	13--7	2	22--
	溫 榆 河	2 200	通 縣	4 500	6--7	0.5	11--
永 定 河		47 000	三 家 店	1 300	13--7	0.8	20--
大 清 河				15 120			
	琉 璃 河	1 100	京漢線鐵橋下	3 000	6--7	0.2	16--
	北 拒 馬 河	5 500	"	3 300	28--7	0	18--
	南 拒 馬 河	2 800	"	2 150	13--7	0	13--
	漕 河	1 100	"	530	13--7	0	
	唐 河	5 600	釣 魚 臺	2 550	13--7		
子 牙 河	北 沙 河	4 290	京漢線鐵橋下	4 660	18--7		
			"	23 680			
	漳 沱 河	23 000	"	10 000	6--7	1.0	18--
	滄 陽 河		"	13 680			
	槐 河	1 050	"	1 280	13--7	0	13--
	沱 河	830	"	4 600	13--7	0	12--
	南 沙 河	1 820	"	2 500	13--7	0	
洛 河	1 840	"	4 600	13--7	0	18--	
滄 陽 河	330	"	700	13--7			
南 運 河				8 120			
	漳 河	17 000	"	3 800	18--7	0	12--
	安 陽 河	1 580	"	3 000	13--7	0	18--
	淇 河	3 120	"	920	13--7	0	
衛 河	3 880	"	400	6--7			
白 河 計				57 790			
黃 河							
	沁 河						
	丹 河						

表-10 によれば北支平野に流入する各河川の年平均流量の合計は  $430 \text{ m}^3/\text{sec}$  にして5月最も渇水し、僅かに  $102.9 \text{ m}^3/\text{sec}$ , 12, 1 及び 2 月の冬季並に 4, 5 月の春季渇水これに次ぐ。而して 10 及び 11 月は比較的流量豊富にして渇水期の 2~3 倍以上に及ぶ。7, 8, 9 の 3 ヶ月は洪水期なるを以て流量最も多くこの 3 ヶ月間の總流量は年總流量の 50~60% に達す。

表-10. 各河川各月平均流量 (m<sup>3</sup>/sec)

河川	測點	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	全年
灤河	灤縣	38.3	39.4	45.7	50.8	36.2	83.5	272.0	538.1	207.0	101.1	68.3	48.4	137.1
薊運河	九王莊	11.2	11.1	10.8	9.7	9.3	12.9	53.9	74.9	43.7	27.5	18.9	14.9	24.9
潮白河	黃禾莊	11.8	14.5	25.8	19.0	15.6	48.5	168.1	194.8	85.5	42.9	28.8	19.9	56.3
永定河	三家莊	14.6	20.1	58.6	30.3	8.1	23.0	125.5	87.8	34.6	26.2	21.3	15.8	39.3
小計		75.9	85.1	140.9	109.8	69.1	167.9	719.1	875.7	370.8	197.7	137.4	99.0	257.6
北拒馬河	洛村	11.5	10.6	13.4	10.0	5.7	17.4	40.3	42.6	26.5	16.5	15.8	16.0	19.0
唐河	定縣	6.2	7.4	9.5	5.8	2.7	7.1	29.9	31.2	17.2	13.4	9.2	8.7	12.4
沙河	新樂	5.6	6.7	8.7	5.3	2.5	6.5	27.2	28.3	15.6	12.2	8.4	7.9	11.2
小計(大清河)		23.3	24.7	31.6	21.1	10.9	31.0	97.4	102.1	59.3	42.1	33.4	32.6	42.6
滹沱河	黃壁莊	27.5	33.0	42.4	25.9	12.1	31.7	132.9	138.7	76.3	59.7	40.8	38.5	55.2
漳河	上七垣	17.4	19.3	18.5	5.9	1.5	3.4	127.5	118.0	32.9	15.6	15.2	12.4	32.6
小計		44.9	52.3	60.9	31.8	13.6	35.1	260.4	256.7	109.2	75.3	56.0	50.9	87.8
衛河	新鄉	5.6	5.4	3.7	3.8	2.3	4.1	19.5	27.1	6.5	7.1	8.1	7.4	8.1
沁河	木欒店	9.2	12.2	6.4	6.7	7.0	3.1	117.1	115.4	29.7	33.2	32.6	31.8	33.7
小計		14.8	17.6	10.1	10.6	9.3	4.2	136.6	142.5	36.2	40.3	40.7	39.2	41.8
合計		158.9	179.7	243.5	173.3	102.9	239.2	1213.5	137.7	575.5	355.4	267.5	221.7	429.8

注意 1. 本表に示す流量は測點に於けるものを示すを以て測點上流より引水せる流量は含まず。

2. 本表に示す上記測點は概數河川的全集水面積を包含し、従つてその下流に流量の増加する事無きも薊運河の九王莊のみ例外にして、この下流に 2, 3 の流量豊富なる支流合流するを以て全流量は本表に示すより 4~5 割程度大なり。

3. 水源を湧水池による滄陽河、安陽河は湧水量比較的豊富(前者 8, 後者 4)なれども流域面積小なるを以て本表には示さず。

### (2) 流出係數

年平均流量より年總流出量を算出しこれを前節に算出せる各流域に於ける降雨量と比較し、各河川の流出係數を算出すれば表-11 の如し。

表-11 によれば薊運河の 34.6% 最も大きく、第 2 位の潮白河は 22.3%、灤河、滹沱河と續くが第 3 位以下は何れも 20% 以下にして 18~13% が最も多い。永定河は最も小さく僅かに 9% に過ぎず。又大清河の新鎮も亦著しく小であるがこの地點は山地部を離れた相當下流にあり、その間に白洋淀の如き水深淺く水面積大なる平地溜池あり、これによる損失が年 30% に及ぶを以て他の河川と同一條件の流出係數を示さざるを以て例外と考ふるを至當とす。

### (3) 流量の季節的分布

流量に就ても雨量と同じく各季節別の分布を算出すれば表-12 の如し。表-12 によれば夏季流量の割合の最大なるは滹沱河の 64.1%、灤河 59.1%、沁河 58.7% これに次ぎ、其他と雖も概ね 45% 以上である。大清河の新

表-11. 各河川流出係數

河川名	測點	流域面積	年總流出量	年平均流量	年總降雨量	年平均雨量	流出係數
灤河	灤縣		43.24	137.1	229.3	588	18.9
薊運河	九王莊		7.85	24.9	22.7	612.5	34.6
潮白河	蘇莊		17.75	56.3	79.8	443.3	22.2
永定河	三家店		12.39	39.3	169.9	361.5	7.3
大清河	新鎮		12.93	41.0	177.3	502.3	7.3
北拒馬河	涿村		5.99	19.0	44.36	570.2	13.5
唐河	定縣		3.91	12.4	23.23	431.0	16.8
沙河	新樂		3.53	11.2	20.7	421.6	17.1
漳沱河	黃壁莊		17.41	55.2	93.4	389.2	18.7
漳河	上七垣		10.28	32.6	70.11	412.4	14.7
衛河	新清		2.55	8.1	19.03	543.7	13.4
衛河	臨清		16.30	51.7	173.0	456.5	9.4
沁河	木灤店		10.63	33.7	45.25	456.1	23.5
平均							16.72

表-12. 各河川季節別流量分布

河川名	測點	春		夏		秋		冬	
		10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>	%	10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>	%	10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>	%	10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>	%
灤河	灤縣	354.2	8.7	2408.9	59.1	987.0	24.2	328.9	8.0
薊運河	九王莊	79.7	10.3	357.2	46.5	236.1	30.6	96.8	12.6
潮白河	蘇莊	115.5	15.0	285.5	37.0	260.8	33.8	109.1	14.2
永定河	三家店	257.2	20.8	630.5	50.9	215.1	17.4	134.9	10.9
大清河	(新鎮)	185.0	14.3	324.9	25.0	434.6	33.6	350.4	27.1
北拒馬河	涿村	78.5	13.1	267.2	44.6	153.4	25.6	99.6	16.7
唐河	定縣		12.1		46.0		26.9		15
沙河	新樂		13.2		46.0		26.8		15
漳沱河	黃壁莊	210.6	12.1	808.6	46.5	462.9	26.6	257.7	14.8
漳河	上七垣	68.7	6.7	666.2	64.7	166.2	16.1	128.2	12.5
衛河	新清		10.1		48.9		22.2		18.8
衛河	臨清	156.1	9.6	740.5	45.2	486.1	29.7	253.3	15.5
沁河	木灤店	53.1	4.95	630.6	58.7	250	23.4	139.1	12.95
平均 (新鎮を 除く)			11.30		49.5		25.27		13.91

鎮は極端に小さく、25% なるは白洋淀によつて調節せられたる下流にあるを以て例外とす。而して大清河の新鎮を除けば 49.5% である。春季の流量の割合は沁河の 4.95% を最小とし漳河の 6.7%、灤河 8.7% これに次ぎ其他と雖も概ね 15% 以下にして、平均 11.3% にして冬季の 13.9% より稍低位にある。

## (4) 歴年變化率

北支河川流量の観測は概ね、3,4ヶ年にして數ヶ年以上の稍長期に亙る資料があり、その歴年變化率をある程度窺ひ知る事を得るは僅かに灤河、永定河、北拒馬河の3ヶ河川に過ぎない。これに就て年平均流量の變化率を見るに表-13の如し。

表-13. 主要河川流量年變化率

	測 點	19年	20年	21年	22年	23年	24年	25年	平均	最大と平均の比	最小と平均の比	最大と最小の比
灤 河	灤 縣	140.5	65.5	80.6	139.	251.	129.	50.8	129.5	1.94	0.393	4.93
永 定 河	三 家 店 官 廳		27.9	31.2	44.4	58.8	27.2	32.3	39.3	1.5	0.71	2.11
			27.6	41.4	48.4	91.9	30.8	37.2	44.1	2.08	0.627	3.33
北拒馬河	涖 村		17.5	31.4	33.4	20.2	9.0	8.6	19	1.76	0.453	3.88
平 均												4.05

即ち僅か數ヶ年の統計に過ぎないが最大と平均との比は1.5~2に及び、最小と平均の比は0.4~0.7、最大と最小の比は3以上5倍近くに達し3ヶ地點平均4である。

## 4. 貯水池

## (1) 貯水機能の特性

以上の如き流量状態より見れば治水及び利水に貯水池の要求せらるゝは頗る大である。然しながら北支河川に於て流量の豊富にして、多量の貯水をなし得るは夏期3ヶ月以外に無く従つて貯水池は年1回以上使用する事は出来ない。この點春秋に於ても小洪水の頻發し同一水貯水容量を數回に亙つて使用出来る日本のそれと比較して不利を免れない。又歴年變化大なるため數ヶ年の流量を調整し平水量を歴年平均流量に近かゝらしめんとすれば、所要貯水量は著しく大となるがその代りこれらの容量は數ヶ年に僅か1回利用せらるゝに過ぎずこの點益々不利である。要するに北支河川は貯水池による流量調整を必要とする程度、換言すれば貯水せられたる水量の價値は頗る大であるが、その利用能率は著しく低位であると云はなければならぬ。以上の事實を流量資料の數ヶ年以上に及ぶ永定河及び灤河に就て具體的に説明せんとす。

即ち永定河の官廳貯水池地點に於ける民國19年以降25年に至る各月平均流量並に總流量を示せば表-14である。

これを平均すれば年平均總流出量は14億 $m^3$ 、平均流量に換言すれば44.1 $m^3/sec$ であるが月最低平均流量は僅かに14 $m^3/sec$ である。よつてこの7年間の積算流量曲線を書き最低平均流量と所要貯水量との關係を求めれば表-15で、尙表-15には7年間の月平均流量に對し調整したる場合の最低平均流量と所要貯水量との關係も合せ記し、歴年流量の調整に要する貯水量と平均年の流量を調整するに要する貯水量を比較し一目瞭然たらしめた。

同様の事を灤河羅家屯地點に就て表示すれば表-16及び表-17である。

これによつて見るに同一の最低平均流量を得るに永定河に於ては歴年を調整するに要する貯水量は單に平均年を調整するに要する貯水量の6~5倍にして、完全に平均流量たらしむるには歴年調整に15.8億 $m^3$ 即ち年平均總流量より若干多く、單に平均年の調整には3.4億 $m^3$ にして年平均總流出量の0.243に過ぎない。然るに灤河に於ては歴年を調整するに要する貯水量は平均年を調整するに要する貯水量の2.2~2.4倍にして永定河のそれに比



表-14. 永定河—官廳地點 (察哈爾省)  
月平均流量 (毎秒立方尺, 上段) 及び月總流出量 (100 萬 m<sup>3</sup>, 下段)

年	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	全年
民國 13	—	—	—	—	—	—	—	153.0	—	—	—	—	—
	—	—	—	—	—	—	—	409.8	—	—	—	—	—
14	—	—	—	—	28.3	91.6	157.4	124.7	77.2	52.4	89.8	28.2	—
	—	—	—	—	75.8	237.4	421.5	333.9	200.1	140.3	103.2	75.5	—
18	—	—	—	23.3	6.2	6.6	147.4	116.4	19.2	15.0	10.5	—	—
	—	—	—	60.4	16.6	17.1	394.7	311.7	49.8	40.2	27.2	—	—
19	—	—	47.0	9.1	3.3	9.0	19.4	10.0	12.6	11.1	10.4	9.7	—
	—	—	125.9	23.6	8.8	23.3	52.0	26.8	32.7	29.7	27.0	26.0	—
20	20.0	23.0	48.1	11.6	8.3	7.4	86.5	32.8	32.8	20.5	22.7	18.0	27.8
	53.6	55.6	128.8	30.1	22.2	19.2	231.6	87.8	85.0	59.4	58.8	48.2	875.8
21	20.7	27.3	47.1	26.0	120.	26.3	101.8	64.2	57.2	45.7	37.7	29.0	41.4
	55.4	68.4	126.2	67.4	32.1	68.2	272.7	172.0	148.3	122.4	96.4	77.7	1307.2
22	17.6	22.2	43.5	41.8	18.6	98.0	106.2	92.6	43.3	41.3	27.0	24.8	48.4
	47.1	53.7	116.5	108.3	49.3	254.0	284.4	248.0	112.2	110.6	70.0	66.4	1521.0
23	17.0	28.7	87.6	52.4	22.7	41.0	281.7	156.7	142.6	137.7	94.2	31.3	91.9
	45.5	69.4	234.6	135.8	60.8	106.3	754.5	419.7	369.6	368.8	244.2	83.8	2893.0
24	19.8	19.6	86.4	20.2	12.6	26.8	42.6	32.2	33.3	24.2	33.5	14.0	30.8
	49.3	60.1	231.4	52.4	33.7	69.5	114.1	86.2	86.3	64.8	86.8	37.5	972.1
25	15.3	18.5	45.0	45.4	16.4	18.1	103.0	21.5	32.3	35.1	34.8	10.9	37.2
	40.1	46.4	120.5	117.7	43.9	46.9	275.9	57.6	214.6	94.0	90.2	29.2	1177.9
平均	18.4	23.2	57.8	28.7	14.3	36.1	116.2	80.4	55.7	42.6	34.5	20.7	44.1
	48.7	58.9	154.8	74.5	37.2	93.5	311.3	215.4	144.3	114.0	89.3	55.5	1397.4

表-15. 永定河官廳地點流量調整所要貯水量

最低平均流量 (m <sup>3</sup> /sec)	歷年調整に要する所要 貯水量(A) (100 萬 m <sup>3</sup> )	平均年調整に要する所要 貯水量(B) (100 萬 m <sup>3</sup> )	$\frac{A}{B}$
22	230	32.7	9.1
24	370	49.0	7.6
26	450	72.6	6.2
28	540	93.4	5.8
30	630	116.7	5.4
32	740	142.7	5.2
34	840	163.8	5.0
36	1000	199.3	5.0
38	1160	231.3	5.0
40	1300	266.4	4.9
42	1420	302.9	4.7
44	1580	339.4	4.7

表-16. 灤河—羅家屯地點  
月平均流量 (m<sup>3</sup>/sec, 上段) 及月總流量 (100 萬 m<sup>3</sup>, 下段)

年	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	全年
民國 19	— —	— —	— —	— —	37.1 99.4	52.2 135.3	86.9 232.9	74.0 198.2	18.9 49.0	3.7 9.9	14.0 36.3	— —	(104.9) —
20	12.8 34.3	3.6 2.5	33.3 89.2	39.2 101.6	33.2 88.9	87.3 206.3	154.9 414.9	383.7 1027.7	81.8 209.5	40.1 107.4	33.7 87.3	20.2 54.1	74.5 2443.7
21	(6.8) (18.2)	6.9 17.3	18.6 49.8	21.7 56.2	21.3 57.1	17.4 45.1	146.7 392.9	205.8 551.2	67.1 173.9	55.4 148.4	38.5 99.8	21.7 58.1	51.7 (1668.0)
22	19.6 52.2	27.4 72.0	30.1 80.7	44.9 116.4	30.1 80.7	88.8 230.2	395.5 1059.3	263.2 705.0	225.9 585.5	112.7 301.9	71.0 184.0	59.0 158.0	115.1 3626.2
23	9.4 25.2	16.3 39.4	26.1 70.4	47.0 121.6	27.7 74.2	117.9 304.8	494.4 1324.2	542.3 1452.5	455.2 1179.9	253.3 678.5	141.3 366.2	120.8 323.6	189.0 5960.5
24	58.8 157.5	55.9 135.2	67.3 180.3	65.5 169.7	38.0 101.8	92.7 240.2	245.2 565.7	280.0 749.9	83.5 216.5	55.6 148.6	51.2 132.7	33.5 89.7	95.0 2979.1
25	20.8 55.7	12.6 31.6	19.8 53.0	46.2 119.7	30.6 82.0	87.0 225.5	267.7 717.0	140.4 376.0	106.0 274.8	20.6 55.2	15.2 40.4	6.4 17.3	64.4 2048.2
平均	24.3 (65.0)	20.5 49.7	32.5 87.2	44.1 114.2	31.1 83.4	77.6 201.1	255.9 685.4	269.9 722.9	148.3 384.1	77.3 207.2	52.1 135.2	43.6 116.8	99.2 2852.2

表-17. 灤河羅家屯地點流量調整所要貯水量

最低平均流量 (m <sup>3</sup> /sec)	歷年調整に要する所要貯水量 (A) (100 萬 m <sup>3</sup> )	平均年調整に要する所要貯水量 (B) (100 萬 m <sup>3</sup> )	A/B
50	600	264.5	2.2
55	800	353.3	2.2
60	1000	442.2	2.2
65	1200	533.8	2.2
70	1400	625.5	2.2
75	1600	723.4	2.2
80	2000	821.4	2.4
85	2200	939.1	2.3
90	2500	1056.8	2.3
95	2800	1174.7	2.4
100	3000	1292.6	2.3

し半分以下なるは灤河の歷年流量變化が永定河のそれより小なるにあらずして、上記統計資料に於ては永定河に於ては平均以下の旱年が民國 19, 20, 21 と 3 ケ年も續き、更にその次の 22 年が平均年にして 5 年目の 23 年に



なる貯水池地帯をなす。従つて一般の峡谷中の貯水池は日本内地の貯水池と同様又は 2, 3 倍程度の容量を得るに止まるが、盆地を利用する貯水池は各河川に 1 又は 2 ヶ所あり相當大容量を有し、平水上 50 m 以下の高さにて數億  $m^3$  に達する貯水量を得られる個所も數ヶ所見られる。これらは概ね貯水池地帯となつて居り、永定河の石匣里、官廳、滹沱河の東治鎮、灤河の羅家屯の如きはその代表的のものである。しかしながらこれらの地帯は概ね耕地發達し、人家の散在が多く浸水による物權はむしろ我國と同程度或ひはそれ以上大なるものあり、前記の大容量の貯水池の計畫には何れも數拾ヶ村、少くも數千人、大體 1 萬~2 萬人の人口を移住せしめなければならぬ。故にこれが政治經濟及び交通に大なる障害を與へる恐れ多分に豫想せらるゝ所がある。次に北支河川に於て從來提案せられた或は最近調査せられたる貯水池地帯の概要及びその資料を示せば表-18 である。

表-18 によれば永定河水系の石匣里官廳及び滹沱河の東治鎮地帯は盆地より峡谷地帯に入りの所で締切るので比較的 niski 堰堤を以て大容量の貯水を得られる。又灤河の羅家屯及び滹沱河の洪子店は山岳地帯であるが平地に接する最下流部なるを以て河川勾配比較的緩くこれ又可成りの大容量を得られる。これに反し永定河の太子墓、滹沱河の翻臺鎮、白河の琿鳴廟、潮河の大河東、北拒馬河の紫荊關の如きは貯水池となるべき區域が峡谷狀をなすを以て堰堤を相當高くするも貯水容量は前者の地帯に遠く及ばない。

### (3) 堰堤地帯の地形地質

貯水池の築造費の大部分を占むる堰堤地帯の北支に於ける通有性とも云ふべきものを、既往の調査資料より若干述べて見やう。

北支の堰堤地帯は洪水時の水面幅 100~200 m 前後が多く、河谷の横断面は U 字形をなし兩岸の勾配比較的急ではあるが、平水面上 40~60 m では天端長は 200~300 m の地帯が最も多い。この程度より狭いのは極めて稀で永定河の官廳地帯が平水上 35 m で天端長 132 m を例外とするのみである。又滹沱河本流の洪子店、東治鎮、潮白河の城廠、溪翁莊は比較的廣く平水上 40 m 以下でも天端長は 500 m 以上に達する。以上の如く概ね堰堤地帯の地形は中等程度の河幅にして U 字形なるを以て堰堤高を多少低くするも天端長の短くなる年少く、従つて V 字形峡谷の多い天端長の極めて短く堰堤容積の少量のものは見當らぬ。換言すればあまり小規模の堰堤地帯は殆んど無いと云ふも過言でない。

北支の堰堤地帯の地質は 3, 4 の地帯を除けば大部分石灰岩で、河床砂利層で日本内地の普通のものに比して非常に深い。今日までに試錐を行つた永定河の官廳太子墓、治河の威州及び汾河の大原上流峡谷關村は何れも 20 m 以上で深いものは 30 m に達して居る。石灰岩以外の地質では片麻岩及び花崗岩で灤河の羅家屯、桑乾河の石匣里、滹沱河の洪子店、北拒馬河の紫荊關はこれに屬し、これらは砂利層の深さは石灰岩地帯に比較すれば可成り淺く、既に試錐を行つたものでは灤河の羅家屯及び潘家口の 16 m、桑乾河の石匣里 6 m である。又北拒馬河の紫荊關の如きは河床に花崗岩の一枚岩盤を露出する特例の好條件を呈して居る。又堰堤築造用骨材たる砂及砂利は石灰岩地帯の地帯では近くに多量に取得出来る個所は容易に見出し難く、相當程度岩盤を爆破して機械的に製造する必要がありはしないかと思はれる。これに反し片麻岩又は花崗岩地帯では骨材特に砂は比較的豊富に取得出来る場所にめぐまれて居る。故に一般的に云へば北支の堰堤地帯は骨材取得に日本内地より相當困難な状態にして割高とならざるを得ない。尙堰堤地帯の概要は表-18 に示す通りである。

### (4) 含砂量と貯水池の壽命

北支の各河川は勾配比較的急にして山岳部の流路短く流量の漲落は極めて短時間に減衰し、水位擡頭より減退に至る迄の時間は永定河の如き大河川にても僅か 3 日に過ぎない。其他の小河川は推して知るべきである。斯く

の如く俄然たる瀑落は土壌を浸蝕崩潰し、下流に泥砂を堆積し沖積層をなすは云ふまでもなく、特に水源地方が大部分樹木の無き裸山にして、加ふるに水には極めて崩壊しやすき黄土層の分布廣きを以て、北支諸河川の含砂量著しきは世界中にも其の類例を見ざる所である。

即ち年平均含砂量に就て見れば黄河、永定河の如きは 2~2.5% に及び滹沱河これに次ぎ他の河川に於てはこれより比較的少いが尙 0.5% 内外に及ぶ。更に民國 18 年實測の最大含砂量は永定河 38.67% (三家店)、滹沱河 8.12% (滹縣)、潮白河 5.16% (蘇莊)、大清河 5.47% (新鎮)、衛河 9.9% (臨清) の如くである。これと年流量より計算すれば 1 ヶ年に流下する含砂量の總量は年平均永定河 3000 萬  $m^3$ 、滹沱河 6000 萬  $m^3$ 、黄河 10 億  $m^3$  と推算せらる。

かくの如き多量の含砂量あるに於ては數億  $m^3$  の貯水量を以てしても尙拾數年乃至數拾年にして埋没せらるゝに至る。従つて北支河川の貯水事業の永久的發展を期待するためには、是非其水源地方の砂防を全面的に行はなければならぬ。しかしこの砂防の效果發揮出来るには數拾年以上の長年月を要するを以て當面貯水事業施工に當つては可及的貯水池を擴大しその下部の容量を堆砂用に充當しなければならぬ。

### 5. 取水並に導水上より見たる河川狀況

第 1 節に述べたる如く北支河川は山岳地帯に接續する下流部に於て亂流甚しく、一定の低水路を保持し難きを以て灌溉並に運河用水の取水には技術的に甚だ困難にして經濟的に出來難い。さりとて一定の低水路を有する最下流部まで流下せしめて引用するは、その間の消耗甚だしきを以て多額の工事費を投じて貯水池を築造し、これによつて、調整したる貴重な水量を使用するには、長區間消耗の甚だしき流路を流下せしむるは忍び得ざる不經濟である。故に北支河川の取水は山岳地帯を脱したら可及的すみやかに取水し利用地區まで導水する事が必要である。實際北支河川に低水量以上を大部分取水せんとすれば何れもかくの如き計畫となり、而して利用地區は取水地點より可成り下流なるを以て、いきほいこゝに至る導水路は相當長大とならざるを得ない。

例へば滹沱河に於ては剩用地區は河口に近き水田造成地點なるに取水地點は、京山線上流 6 km にしてその間の導水幹線は 60 餘 km となる。永定河に於てはその利用は京津運河並にその沿線の灌溉用水なるに取水地點は山岳地帯を脱した三家店附近なるを以て導水路は少くとも 30 餘 km になる。滹沱河に於ては利用地區は石津運河並にその沿線の灌溉用水なるに取水地帯は支流治河の合流下流の兩岩臺地にはさまれた狹窄部なるを以て、運河起點たる石門近傍まで導水幹線は 30 km に達す。又漳河の水はこれを滏陽河に導入して邯鄲天津間の運河用水並に滏陽河沿線の灌溉に使用せんとするものであるが、これに於ては漳河觀臺鎮貯水堰堤より直接滏陽河水源の流域變更し、以下滏陽河の河通を利用して利用地區に至らしめるものである。これに要する流域變更の導水路の總延長は 20 km にして内 15 km は隧道となる。北拒馬河の紫荆關發電計畫による中易水への流域變更を利用し、これを保津運河の水源たる府河上流に導く事が出来るが、これには中易水及び暴河の河道を利用する部分 70 km 餘の外に新開鑿導水路も亦 30 km に達す。

要するに北支河川の取水地點は京漢線より相當上流の山岳地帯と平地の接觸部にあるに拘らず、運河並に灌溉は利用すべき地區は京漢線以東にあるを以て、その間の導水路は相當長大とならざるを得ないのである。この事實と河川流量並にこれを調整するに要する貯水池の地形及び地質の特性からして、北支河川の本格的利水事業は相當の大規模のものたらざるを得ない事が察知せらる。

## 2. 貯水事業と治水並に利水との關係

### 1. 治水との關係

北支の各河川は其の水源地方に於ては 何れも日本内地と同様急峻且つ河川勾配急にして降雨を一氣に流出せしむるを以て、最大流量は極めて大なるに拘らず、その繼續時間は比較的短期にして概ね 2, 3 日を超えず、従つて洪水の始めより終り迄の總流出量は意外に僅小である。然し乍ら北支河川は日本の其れに比し平地部の河道著しく長く、一方河道の改修費は改修區域の延長に比例して増加すべきも、貯水池による洪水調節法にありては殆んどそれに無關係である。故に洪水の大きさ期間及び河状よりすれば、北支河川は治水に洪水調節方法を採用するに最も有效なる状況にあるものと云はなければならぬ。

北支河川の現状は大洪水に際會しては山脚部を脱した平野に至れば必ず氾濫し、河道の自然調節によつて下流部に至る程洪水繼續時間の延長すると共に最大洪水量を低減する。従つて山間部の出口に貯水池を築造して洪水を調節し、中流部の氾濫を軽減するに於ては廣大なる耕地を氾濫より救ふのみならず、下流河道の改修に頗る有利にして利水上の利益莫大である。元來北支河川の現状に於ては貯水池による洪水調節方法は必ずしも可能最大洪水量に對して計畫する必要なく、築造し得る貯水池の大きさに應じ拾數年或は數拾年に 1 回の大洪水に對して重大なる災害を防止出来る程度迄調節し得れば相當程度その目的を達成するものである。特に北支河川の如く治水の最大目的が耕地の農業生産力増加にある場合には大都市、大商工業地帯或は同じ農耕地にしても我日本の水田の如く完全なる氾濫防止を必要とせず、此の點 70~80% の洪水調節にして満足し貯水池の有容量の一部を灌溉用貯水に利用する治水利水共用の貯水池たらしむるのが合理的である。

洪水調節池は洪水を惹起すべき主要支流が成る可く多く合流したる下流にして、而も氾濫を防止すべき平野部に近き程有利とする。従つて一河川の洪水調節は可及的小數の貯水池を以て行ひ得るを理想とし、數多の貯水池を要するは其效果及工費の兩面に於て著しく不利となるは免れない。之等の見地よりすれば北支河川は地形的には頗る洪水調節に適し、今迄に提案せられ或は研究中に屬するものを合すれば灤河、蘆運河を除く殆んど全河川に及び永定河、滹沱河、漳河、丹河及び沁河の如きは特に有利な状況にある。然しながら平地部河道の疎通能力が最大洪水量に比し非常に小さく永定河の如き平地部に堤防を有するものに於ても約 1/6 に過ぎず、まして他の河川に於てはこれと同様又は以下なるを以て洪水調節用貯水量は甚だ大となる。従つてかくの如き、大容量の貯水池は北支河川に於ては地形上十分に得られぬため洪水調節方法の採用に難點が生ずるのである。故に前述の如く調節程度を若干緩和するか或は河道の疎通能力を増大する事が出来れば洪水調節方法は有力化するに至るものと考へられる。

又北支河川は永定河、滹沱河、漳河等の如く低水路の維持は現状に於ては殆んど不可能の状態のものと蘆運河、大清河、滏陽河、南運河の如く低水路のよく維持出來て居る著しく對稱をなす所から貯水池によつて洪水調節をなすと共に低水量を増加して河道を維持する方法も亦治水上注目すべき一要素なりと信ずる。尙この事實は後記の水運との關係に於て稍詳述する。

### 2. 水源の砂防と治水との關係

北支河川の含砂量は我國のそれに比し數拾倍乃至數百倍に及ぶ頗る多量なるを以て貯水事業の壽命の延長を計るには廣範圍に亙り徹底的治山の法を講じなければならぬ。然し乍ら北支河川の水源は所謂黃土地帯にして之が砂防には未だ特別の名案も確立せざる今日、數拾萬 km<sup>2</sup> に及ぶ山岳地帯の砂防植林を行ひその綠化を待つて含砂

量を著しく低下せしめる効果を發揮するに至るは、尠くとも數拾年或は百數拾年以上の長年月を要するは疑ふ餘地の無い所である。斯の如く砂防は長年月に莫大なる工費を要するを以て、經費並に工費の關係上利害最も重大にして改修の急を要する平地部を先にし、其の病根たる山地の荒廢に對しては未だ治山の手は及ばなかつたのである。従つて人工的堤防を以て河水を河道内に局限したる場合に於ては、其の爲に山麓以下の下流部に於ては河床次第に上昇し屢々堤防の嵩上をなし、其の甚だしきものに至つては河狀漸く極まり策の施すべきもの無き迄に至つて居る。永定河及び黄河の如きは其の最もよき例である。

従つて今日北支河川の治水に當り含砂量の低減を計るは最も重要且つ根本的なものであるが、前述の如く數拾年以上の長年月を借さなければ其の効果期待し得ざるを以て、貯水事業施行に當り早急に效果の發揮を望むには他の方法を以てしなければならぬ。之には大容量の貯砂用貯水池の築造が最も適切で數億 ~1 億數千萬  $m^3$  の容量を以てすれば尠くとも拾數年、長きは數拾年の壽命を有し其の間に砂防治山の効果を待つ事が出来る。此の貯砂用貯水池は勿論専用に設けてもよいが、洪水調節或は灌漑、發電等利水用貯水池と兼用とし之等の貯水池を稍々大きく築造し、其の下部を以て貯砂用に充當すれば最も經濟的である。

元來北支河川の治水上の害は含砂量の莫大なるに起因するものにして、洪水の調節も低水量の増加も貯水池築造により相當程度までその目的を達し得られるのであるが、含砂量莫大なる爲その壽命が比較的短くせらるゝのが缺點なのである。故に北支の砂防及び山地綠化の目的とする所は含砂量の低減を計るを本質とすべく、他の低水量の涵養並に洪水緩和の方面は従と考へてよい。なんとなればこれらの作用は數字的に明確に證明し得ざるのみならず又前記の如く貯水池築造によつて容易にその目的を達成せらるゝからである。

### 3. 水力との關係

#### (1) 水力上より見たる河川概況

前章に説明したる如く北支河川は地形及び河川流量の狀況より見て水力計畫上不利な點が極めて多い。即ち瀼河を別とし白河水系は各河川が分裂し山間部に於ては大なる流域面積を包含し得る地點少く且つ渇水量、低水量は極端に小い爲に大陸河川の割合に大水量を得らるゝ地點が少い。即ち北支河川の流量は年總流出量の 50% 以上が夏季 3 ヶ月間に集中し、渇水期は 11 月以降翌年 5 月迄 7 ヶ月以上の長期間に亙り且つ極端に流量低下するを以て、單位流域面積當りの洪水量は内地の諸河川に比し  $1/3 \sim 1/5$  なるに拘り發電使用水量の基準となるべき平水量、低水量及び年平均流量は  $1/10 \sim 1/15$  程度である。従つて日本内地の如く平水量の 2~3 倍を使用水量とすれば同一使用水量を取り得る地點に於て洪水量を 2~3 倍としなければならぬ。これは北支河川の水力の如く堰堤式のものにあつては發電所の工事費の過半を占むる堰堤費が割高となり非常に不利である。此處に於て此の堰堤の形成する貯水池が大容量で流量を平均化し可及的使用水量を増大すると共に、洪水調節によつて流下洪水量を低減せしめなければ水力は採算的に有利になり難い。

又地形的には水力計畫區域は河川勾配比較的急ではあるが、 $1/600 \sim 1/800$  にして水路式となすまでには至らず、さりとて大容量の貯水池も得難く、之が爲に流量を平均化し使用水量を經濟的に増大せしむる範圍が制限せられる。特に河川流量は歷年變化大なる爲と含砂量の多いために貯水池の容量は日本内地のそれに比し餘程大きく要求せらるゝに反し、斯かる貯水池地點は比較的少く、又これらは治水及び他の利水事業からの要望もあるので兼用となり發電事業の制約せらるゝ事も少くない。

即ち發電用貯水池は標高の高き程單位貯水量當りのエネルギー増大し又利用し得る水力は貯溜せる高さより下流平野への出口迄の落差に比例する。従つて發電用貯水池は出来るだけ高位置に設けるが得策であるが北支河川

は單位面積當りの流出量極めて少く、斯かる高所の貯水池は其の集水面積僅少にして、到底年總流出量の大なるを期待し得ざる故假令有利な堰堤築造條件を具備するも貯水し得る水量の關係より有力な貯水地點となり難い。従つて北支河川の水力包藏區域は比較的集水面積の大なるを要求せらるゝを以て發電水力地點は山岳地帯の下半分に特に平野への出口附近に限定せられ従つて利用し得る落差は少くなる。

### (2) 水力と治水及び他の利水事業との關係

以上の如き不利なる條件を克服して經濟的な發電計畫を樹立出来るには、山間部の開潤地の下流峽谷を締切り比較的大容量の貯水池を築造し、之によつて年流量を有利に平均化出来るか又は洪水調節及び他の利水事業と共同の貯水池によつて渇水量を増加すると共に、堰堤の落差を利用して發電し得る場合に限られる。勿論洪水調節又は他の利水事業と共同の貯水池を築造する場合には、堰堤費の一部は之等に分擔せしめ發電工事費の低下を計るものとす。特に北支河川は洪水調節及び灌漑、水運等の水利事業にも貯水池を要求せらるゝ事大なるを以て、斯くの如き共同貯水池の築造は極めて望ましいと共に又その可能性も相當ある。

前章に記述せる如く堰堤貯水池地點は各河川に二、三有力なるものを挙げ得るが、北支河川は何れも根本治水策として能ふ限り之等の貯水池によつて洪水調節を要求せらるゝを以て、之等の山間部の開潤地を利用する好貯水池地點は必然的に先づ洪水調節を考慮せねばならぬ。然るに之等の貯水池と雖も未だ充分なる容量を有せざるを以て、發電用貯水池は渇水補給及び有效落差保持のため出来る限り貯水池を満水せしめんとするに反し、洪水調整池にあつては常に貯水池を空虛となし洪水に待期しなければならぬ 2 つの相反する機能を満足する事は甚だ困難である。幸に北支河川の洪水期は殆んど夏季 3 ヶ月間に限られるを以て洪水期の終了後貯水し之を翌年の渇水補給に利用する事にすれば、同一貯水池の容量を以て洪水調節を發電と共に併用せしむるは一見比較的容易に感ぜらるゝ所無きにしもあらず。然し事實は必ずしもしかく簡單に行かない。即ち北支河川の流量は歴年變化率が極めて大なる上更に夏季洪水の全年總流出量に對する割合が 60~70% の多量に及ぶため洪水調節をなしても僚年の洪水を大部分流下せしめたのでは既に旱年の平水量を増加し得る程度が著しく減退し、従つて使用水量の増大は望み得ない事になり結局發電を有利ならしむる事が出来なくなる。

これを今少しく詳細に説明すれば北支河川に於ては僚年の流量は平年の 2 倍、旱年の 4 倍以上に及び又最大洪水 1 回の總流出量は平年流出量の半分、旱年の年總流出量にも匹敵するを以て平年に於て年流量を平均せしむる大さと最大洪水を調整せんとする所要貯水量とは殆んど同程度の大さとなり且つ兩者間に共通となし得る部分はない。更に發電用使用水量を増加するには以上 2 者の外に僚年の流量を旱年に補給するに要する貯水量を必要とし、又貯水池の壽命を延長せしむるために貯砂用にも相當の容積を必要とする。故に北支河川に於ける治水、利水兼用の充分なる貯水池は洪水調節、平年の流量を平均せしむるに要する容量、旱年に對する補給容量並に貯砂用の 4 種に對し各獨立せる容量換言すれば之等を合計したる容量を必要とする。此の容量は年平均總流出量の 2~3 倍の巨量にも達し、斯る大貯水池は北支河川に於ては地形並に浸水物權の關係上容易に求め難い。従つて實際問題としては數個の貯水池を以て上記の目的を達するか或は適當な貯水池地點が無く所要量に對して充分なる貯水量が得られざる場合には上記數種の機能の内 1 又は 2 を犠牲に供するか、或は各々の作用を數拾% に低下せしむる事に同意しなければならぬ。

### (3) 水力計畫並に包藏水力

以上の事由により北支河川の水力は治水及び他の利水事業と共同して計畫せらるゝものが大部分であるが、流量の拔群に豊富な藥河と流域變更によつて大なる落差の得らるゝ北相馬河に於ては、經濟的に水力開發が單獨に計



畫せられ逆にこれが他の利水事業を助長する傾向にある。即ち灤河は中流部が堰堤式發電計畫に適し滿洲國內を含め 3ヶ地點 25 萬 kW の包藏水力を有し、これによつて年流量が完全に平均化せられ渦水量は數倍となり下流地區に於ける水田開發が大いに擴大せらる。永定河は石匣里、官廳、大子墓等の洪水調節及び砂防用の三大貯水池に發電用を兼ねしめ 6 萬餘 kW の發電可能なると共に、他に尙拾餘ヶ地點 15 萬餘 kW の水力を包藏す。大清河水系に於ては北拒馬河にして、紫荆關上流に貯水池を築造し、これより中易水の上流に流域變更すれば 7 km 足らずの導水路を以て 300 m の落差を得られ、2ヶ地點約 4 萬 kW の發電を極めて經濟的に遂行する事を得。又この放水は下流に於て灌漑並に水運上極めて有利なる地區に導水する事を得、この利益多大なるものがある。滹沱河は洪水調節並に灌漑運河水補給用として東冶鎮及び洪子店の 2 大貯水池を計畫せらるが、この間に拾餘ヶ地點の水路式並に堰堤式を以て合計 25 萬 kW の水力を包藏す。漳河は清濁兩漳河の合流後の山峽に灌漑及び水運用水補給用として貯水池を計畫せられ、これによる調整水量と堰堤の落差を利用し 2 萬餘 kW の發電が可能である。

潮白河、丹河、泌河及び其他の河川に於ても同様山岳部の下流に於て洪水調節又は灌漑用水補給用の貯水池を利用し、發電を附屬せしめ得られるが未だ具體的の調査は行はれて得ないので詳細は不明である。かくの如く洪水調節或は他の利水事業と共用の貯水池を利用し、流量を調整し經濟的にあまり有利ならざる地點を包含しても黄河を除きたる北支河川の包藏水力は最大 80 萬 kW に過ぎないものと見らる。この内水力單獨にて經濟的範圍内にあるもの及び洪水調節又は他の利水事業と共同して初めて採算圏内に入る地點に限定すれば更にこれが 40 萬~50 萬 kW に減ずるものと考へられる。

#### 4. 水運との關係

##### (1) 序 説

北支の内河水運は必ずしも不便とは言はれないが、所謂南船北馬にして中南支に比較すれば甚だ貧弱である。此の原因は北支河川は含砂量が多い爲か平野地區に於ても河川勾配極めて急（北支河川は大體 1/1 000~1/20 000、中支の淮河は 1/50 000）である事と河川流量が不足して低水時水運に必要な水深の保持が困難なる事、更に洪水の災害が著しく、此の爲に水路の破壊閉塞が頻發し維持、補修に多大の努力と費用を要するためと考へられる。

然し古來水運は歴史的に糧食輸送路として最もよく利用せられ、重要な交通路線であつたが近來は鐵道に貨客を奪はれ稍々衰微の状態にある。

##### (2) 水運路としての河川狀況

北支の内河水運は現状に於ては殆んど自然河川を利用するもので人工の開鑿運河は無い。従つて主要水運路は河川そのものにして大體天津を中心として放射狀をなして展開してゐる。即ち各河川の航行區域を記述すれば、表-19 の如し。

これを通覽するに灤河の如き 10t 以下の小民船を通行せしむものを除けば、他は何れも河川勾配緩く 1/5 000~1/6 000 以下にして水運路として若干利用し得る状態にあるが、これが充分なる利用價值を發揮するには南運河及び海河の如く河川勾配 1/20 000 程度でなければならぬ。而して水運路に利用せらるゝ河川は一般に大行山脈と鋭角をなして南北に傾く方向を以て流れて居るに反し、水運に利用せられざる河川は勾配急にして大行山脈を直角に横斷し、眞直に東西方向を以て流れ河北平野を流下す。これに屬する河川は永定河、滹沱河、漳河及び大清河水系に屬する唐河、沙河にして、何れも平野部に入つて河川勾配 1/500~1/2 000 以上の急勾配にして爲に一定の低水路を形成せず亂流甚だしく全然水運路として利用價值が無い。

表-19.

河川名	航行区域	距離	摘要
灤河	河口—羅家屯	200	5~10t 程度の民船就行するも利用価値大ならず
蘆運河	北塘—豐臺	200	20~100t 民船就行
北運河	天津—通州	140	20~50t 民船就行せるも現在利用価値衰へたり
永定河	なし		
大清河	天津—保定	216	白洋淀より上流は府河を利用 50~100t 民船就航
子牙河	天津—藏家橋	170	30~100t 民船就航
滏陽河	藏家橋 邯 鄲	349	10~50t 民船就航
南運河	天津 臨 清	627	100t 民船就行
衛河	臨 清 新 鄉	442	50t 民船就行
海河	塘 沽 天 津	63	1000t 級汽船の就行

・上記兩種の河川は極めて著しい對稱をなし、兩者の合流點に於てその勾配の差異には驚くべきものがある。この事は子牙河に於ける滏陽河と滏陽河の合流點、南運河に於ける漳河と衛河との合流點或は滏陽河に合流する多數の扇狀の支流の合流状況に見らるゝ所である。大清河はこれらと少しく趣を異にし湧水を水源とする緩勾配の府河が水運路にして、これに山岳地帯より直角に流下する唐河、沙河並に北拒馬河等がより急勾配を以て合流するを以てやはり同様の状態を呈する所もある。

かくの如く北支の水運路は自然河川を利用するもので一方に洪水の疎通と云ふ重要作用を営むため、充分なる人工運河の如き機能を發揮せしめんとするには非常に都合が悪い。何となれば北支の運河は湧水量が極めて少いため、水運に使用せらるべき水量も極力節約をはからなければならぬが、これがためには閘門の築造により各區間を水平化しなければならぬ。然るに洪水疎通のためこれらの閘門と並行に水門をも設置するを要し閘門式運河化は多額の工事費を要するのみならず、北支河川の平野部の流路及び全然未改修にして、疎通洪水量の大きさが決定せざるのみならず近き將來にも甚だ困難なるを以て水門設置には經濟的に適當なる設計が實施し難い。故に北支河川の運河化に於ては閘門の設置を要する水運路は出来る限り人工開鑿運河とし、現在の洪水疎通をなす河道を締切つて水門等の如き構造物の築造は極力避けるを合理的と考へられる。換言すれば閘門を要する區間に於ては洪水疎通路と水運路と分離し水運路は人工開鑿或は自然河道何れにしろ洪水の脅威から保護する事が北支河川の運河化の根本問題となるだらう。

この見地より見れば蘆運河、大清河及び南運河の如き緩勾配の河川は湧水量を増加し閘門式によらざる運河化を推奨せられる。これに反し北京—天津、保定—天津、石門—天津、邯鄲—天津間の如き運河を考ふるに閘門式によらざるべからざる區間は新開鑿運河とすると共に、この新開鑿運河を前記の閘門なしの水運路と最短距離を以て連絡するが水運網の合理的開發と考へられる。この考へ方からすれば北京—天津間は永定河に平行する閘門式運河となり、保定—天津間は白洋淀上流部に於ては府河を利用し、この部分にのみ閘門式を採用しなければならぬ。又石門—天津間は滏陽河に平行して閘門式運河を築造すると共にこれを延長して南運河まで達せしめ、或は邯鄲—天津間には現在の滏陽河を利用せず直ちに邯鄲より漳河に平行して最短距離を以て南運河に連絡する閘門式新開鑿運河を築造する案が考慮せらるゝに至る。

### (3) 水運路と水源

水運路が所期の能率を發揮し得るか否かはその水量に至大の關係がある。前述の重要水路に就て水量並に水源を觀察すれば表-20 の如し。

表-20.

路線名	區間	水源	渇水期1ヶ月平均流量 (m <sup>3</sup> /sec)	年平均流量 (m <sup>3</sup> /sec)	備考
京津運河	北京—天津	永定河	8.1	44.1	紫荊關にて流域變更をなし、中易水、暴河を経て府河上流に導入す
保津運河	保定—天津	北拒馬河	2.7	9.1	
石津運河	石門—天津	滌沱河	12.1	55.2	觀臺鎮より滄陽河上流々域變更す 丹河及び泌河を衛河上流に導く
邯津運河	邯鄲—天津	漳河	1.5	32.6	
南運河	新鄉—天津	丹河及泌河	2.3	8.1	

然るに上記水運路に於て 200~300 t 級の民船を頻繁に通行せしめんとするには普通 10 m<sup>3</sup>/sec 内外の水量を必要とするを以て、最渇水期平均流量を以てしても尙不充分なる故渇水量を標準とすれば更にその不足は著しくなる。故に現有水量を以てしては水運だけの所要水量をも充分に供給し得ざる事は明かである。

故に水運の改良發達並に新運河の建設には先づ以て水源となるべき河川の低水量を増加し、渇水期と雖も民船の通行に支障なき水源を保持すると同時に、含砂量を減少し水路の維持修理を容易ならしめなければならぬ。このために水運に必要な所要水量は現状の自然流量よりは充分得られざるを以て、貯水池によつて低水量を増加しなければ水運の發展は到底望む事は出来ぬ。

然し假令貯水池によつて水量増加を計るもその最大は年平均流量が最高限度と考へられるを以て、運河に使用せらるべき水量は極めて限定せられざるを得ない。何となれば北支の現状よりすれば殆んど無限とも云ふべき要求を有する灌漑用水を相當重要視しなければならぬので、200~300 t 級民船の運河にしてもその所要水量は年平均流量の 2~3 割に達し、500~600 t 級の運河では年平均流量の 4~5 割にも及ぶを以て、貯水池によつて増加したる殆んど全水量を使用する事になり灌漑用水の増大を著しく困難ならしめる。従つて北支の運河は特殊の節水方法を構ぜざる限り 500~600 t 級の引船を通ぜしむる迄に擴大するは困難にして、200~300 t 級の引船にて満足しなければならぬものと考へられる。但し南運河は黄河々水の導水を策せば水量の點は心配なくなり如何なる大運河の計畫も可能である。

##### 5. 農業水利との關係

北支平野は殆んどあます所なく耕作せられたる農業地帯なるを以て其の水利事業は治水利水何れにしてもその最大目的とする所は農地改良、土地の生産力増加あり、従つて此處に述べんとする貯水事業の如きも農業灌漑との關係は最も重大密接である。故に先づ北支平野の農業概況に就て述べ次にこれが河川流水流量並に貯水事業と如何なる關係にあるかに及ぶ。

##### (1) 農業概況

北支平野は廣袤實に 30 餘萬 km<sup>2</sup> に及び、しかもこの大部は河川の搬出したる沖積土にて蔽はれ一般に耕耘し易い肥沃な土壤にて構成されて居る。然し水害、旱害、其他の災害を受ける事多くしかも之が極めて廣範圍に互り甚だ深刻な點が目せられる。

一般に年雨量が 250~500 mm の所では収益ある作物栽培は人工灌漑がなければ出来ない。500 mm から 1000 mm の所では収益ある農耕蓄産は可能ではあるが未だ人工灌漑がなければ其れは非常に制限され且つ不安定であ

る。而して 1000 mm から 2000 mm の所で始めて農耕、蓄産は有利に行はれるが、事業によつては（例へば水稻）やはり人工灌漑を必要とする原則（？）がある。此の點から北支平野の農業を見ればこの地域の降雨量が年 400 ~ 600 mm なるを以て、収益ある農業には人工灌漑は絶對的に必要である。事實北支平野では大麥、小麥、棉、玉蜀黍、粟、高粱等の乾燥農業が僅かに地方的需を満す程度に營まれて居るに過ぎない。斯の如く北支平野は人工灌漑を行はざれば充分なる収益を擧げる農業を營み得ないに拘らず、灌漑用水源特に河川流量が極めて少いために灌漑設備のあるのは總耕地の僅か 1 割にも足らぬに過ぎない。其の他の大部分の土地は天然の降雨によるのみで之が年により非常に變化率大きく、4 月、5 月の播種期が過少であれば全く致命的の旱魃を來しやすい。故に人工的灌漑設備のない所では耕地と稱するも満足に收穫を擧げ得るは 2~3 年に 1 回と云ふのも尠くない。

斯る點から見て若し假りに北支平野に全面的に現在の 2 倍の雨量をもたらすならば、その廣大なる面積と相俟つて、世界有数の穀倉地帯と化す事は疑ひない。

## (2) 土地利用の現況

支那は有史以來農業國であり特に北支平野は最も早くより開けたる地域にして、揚子江沿岸平野と共に支那の 2 大農業地帯である。

北支平野は水害、旱魃等の天災が頻發するが耕地面積が廣大且つ集團して居る點で支那否世界隨一であらう。北支平野は大約 1 億即ち世界人口の凡そ 1/20 と云ふ大人口を包容し、其の人口密度は 1 km<sup>2</sup> に付 250 人内外の多數に及んで居る。此の龐大な人口の實に 80% 以上が村落に居住し、農業を以て生業として居る。此の意味に於て眞に世界屈指の巨大農業地域と言はなければならぬ。

斯くの如き廣大なる耕地を有する北支農村の疲弊の原因は水害、旱害、戦亂其の他の天災の頻發する事も直接の構成因子であつた事に異論はないが農民困窮化の根本は人口の過飽和に在る。即ち人口に比較して耕地があまりに狭小な點にある。南米アルゼンチンの農業の如きも甚だ不安定な降雨に依存して居る關係から、眞々大規模な旱魃や蝗害等に見舞はれ農産物の收穫量を激減する。濠洲聯邦の牧畜にしても旱魃の爲に莫大なる綿羊を斃死せしめ

表-21.

種 別	單 位	河北省	山東省	山西省	計	日 本	
總 面 積	km <sup>2</sup>	140 526	153 711	161 842	456 079	675 385	
	萬 畝	22 872	25 018	26 342	74 238	108 958	
	萬 町 步	1 418	1 551	1 633	4 602	6 810	
耕 地 面 積	萬 畝	10 343	10 066	6 056	27 465	9 843	
	萬 町 步	641	686	375	1 702	609	
比 率	%	45	44	23	38	9	
耕 地 面 積 内 譯							
面 積	灌 漑	萬 畝	847	239	363	1 449	5 188
	未 灌 漑	"	9 496	10 827	5 693	26 016	4 655
比 率	灌 漑	%	8	2	6	5	53
	未 灌 漑	"	92	98	94	95	47

た例が多い。而も何れも北支平野とは比較にならぬ程繁榮して居る事は周知の事實である。之等に関しては種々の要因を考へ得るが根本は人口の稀薄に基く。

然らば北支平野の耕地の増加は可能であるか。北支平野は既に完全開墾に近く經濟的極限に近き迄耕地化された老衰農業地である。現在の所では經濟的、技術的に非常に困難な沼澤地、アルカリ地等が残されてあるに過ぎない。之等は大規模の排水灌溉の施設を完備する事によつて勿論耕地となし得るが、莫大な土木費を要するのみならず、其れにしても尙耕地面積の擴張の餘地は全耕地面積に比すれば極めて小なる割合に過ぎない。

次に北支平野の土地利用の現況を示せば表-21 の如し。

### (3) 土地改良の根本問題

結局將來進むべき方向は從來もさうであつた様に可及的に單位面積の收穫量を増加するにある。それには品種や栽培方法の改良、人造肥料の施肥、蓄力、機械力の利用、虫害の除去等は有効ではあるが最も基礎的問題は水利である。彼等が“没法子”の災害と觀念して居るかに見える旱魃と氾濫を除去する爲には絶対に必要であるばかりでなく耕地を増加する點からしても又單位面積當りの收穫量を擴大し、一層榮養價の大なる、一層高價な作物の栽培が可能となる。特に其の土壤の性質からして水さへあれば、地中から植物の榮養素を吸揚げてくれるので、灌溉の利益は絶對的で之による増収は各作物共頗る顯著である。滿鐵天津事務所が河北省定縣で行つた試験では灌溉による増収は 5~10 割と報告して居る。

上述の通り北支平野の農業の再生産行程を維持する上に水利は不可缺の條件であり生産擴大の上からも同様に最も重要である。農民は長い過去の經驗からして若干の河川灌溉と鑿井灌溉を行つて居り、耕地が豪雨で洗ひ流される危険のある所では排水渠を設けたり階段耕作が工夫されたりして居る。又特に重要な河川には堤防も築造されて居る。然し何れも局部的にして計畫性に乏しく不充分である事は灌溉耕地が全耕地面積の 10% にも達せず旱魃や氾濫の頻發することから察知せらるゝ處である。

北支の如き大地形の水利事業は強力な國家機關を俟つて始めて遂行し得るもので支那 4 千年の歴史に於ても如何に水利事業が帝王の事業、國家の事業として重要視せられて來たか窺はれる。清朝末期以後の混亂時代に於ては其の必要性を痛感しつゝ而も等閑視して來たので、既設のものまでも荒廢に歸した所が尠くない。事變前國民政府にしても水利事業に多大の關心を寄せ努力を傾注して來たが、未だ調査計畫に止り多少局部的事業には手をつけしたが、統一の計畫性のある大事業はさきに着手せんとする時期に至つて今次の事變に際會したのである。

### (4) 河川流量の農業に及ぼす影響

上述の如く北支平野は春季に水不足で困る一方夏季降雨の過多は直ちに氾濫の危険を招く。北支平野は至つて平坦で頗る緩斜であり、元來が排水のよい沖積黄土であるが地下水位の低い低地では一旦氾濫すると滿々たる湖沼が形成せられ容易に排水せず、其の年の收穫は概ね絶望であり時に翌年迄續く。降雨が不順である事が洪水の頻發する一大原因であるが又北支平野の河川そのものが甚だ氾濫し易い性質を具備して居る。即ち山麓地方に來襲する各河川の最大洪水は合計 10 萬  $m^3/sec$  にも及び其の總容積は數拾億  $m^3$  にも達するにも拘らず、平地に入りたる河川は次第に疎通能力を減じ海への流出口は灤河、衛運河を除けば白河水系では僅かに海河一つにして最大 1500  $m^3/sec$  に過ぎない。勢ひ山麓の東方京漢線と津浦線間の北支平野の中央部は一大遊水池と化す。然るに此の遊水池となる地區は北支平野の主要農業地帯で現状の如くこの廣大なる部分を洪水時遊水池化するは、農業上より見て頗る遺憾に堪へざる所であるが、山麓の洪水量に比して下流河道並に海河、灤河等の放水量が過小なる各河川との山麓より海河に至る平野部の距離が蜿蜒數百 km に及ぶ爲或る程度已むを得ない所である。然し乍ら

此の地區の遊水池化を極力縮小すると同時に灌溉用水を潤澤にし、旱魃を救ふには山間部に洪水調節と利水兼用の大貯水池を築造するに若くはない。故に北支の貯水池は單なる洪水調節でなく必ず利水兼用とする事が絶對的に望ましい。

#### (5) 河川流量と灌溉面積

第1章に表示せる如く北支河川の年總流量は僅かに195億 $m^3$ にして貯水池によつて完全に平均化するも尙430 $m^3/sec$ に過ぎない。實際は適當な貯水地點の見込なき河川もあり經濟的、技術的には利用し得る流量の最大は350~400 $m^3/sec$ が限度と考へられる。

然るに北支の全耕地面積は河北、山東、山西3省にて27465萬畝、河北省のみにしても10343萬畝に達するを以て、前記の河川の調整流量400 $m^3/sec$ を以て1日之を悉く灌溉に使用するも尙1000萬畝に過ぎず北支3省の耕地面積の3.5%河北省のみの9.67%に過ぎない。

又此の水量を地域的に見れば北京、天津以北に偏し、實際雨量少く灌溉の必要なる以南は耕地面の大なる割合に河川水量不足である。即ち灤河、潮白河及び蘆運河の山地集水面積は74.14 $km^2$ にしてその渇水期の平均流量は61.1 $m^3/sec$ 、更に貯水池によつて流量の平均化を計れば150 $m^3/sec$ 以上になす事を得。之に對し上記河川の下流平野は北支平野全體より見れば比較的狭く約6000 $km^2$ にして従つて之等の水量は知灌溉のみならず水稻灌溉にも使用すべき餘地相當あるものと考へられる。特に此の地方は北支平野にても最も雨量豊富な地域にして、500~600mmの年降雨量を有するを以て、更に水稻栽培と灌溉水量を充當する可能性多かるべし。北支に於て大規模の水田灌溉を施工し得る唯一の地域と考へられる。

然るに大清河、滹沱河及び衛河の流域は山地の集水面積839000 $km^2$ にして渇水期の平均流量26.8 $m^3/sec$ 貯水池によつて平均化するも130 $m^3/sec$ に過ぎない。之に對し之等下流地域の耕地面積は約32000 $km^2$ の廣大なるを以て上記の數量は其の數%を灌溉し得るにも足らない。而して此の流域は棉花、小麥の主要産地なるにも拘らず最も旱魃に見舞はれやすいのである。故に之等の水量は可及的多量に灌溉に使用し灌溉面積の増大を計らなければならぬ。従つて之等の地區に於ては河水は特別の必要又は理由の存せざる限り水稻に使用せざるを適當と思惟せらる。

又黃河水系に屬する北支地區に於ける支流沁河及び丹河は、其の渇水期の平均流量10 $m^3/sec$ 貯水池によつて平均化すれば40 $m^3/sec$ まで擴大出来る。然し此の下流と黃河間の豫北の平野又相當大にして耕地面積1800 $km^2$ に及び、之に要する灌溉水量は前記の流量全部を以てしても未だ十分でない。従つてこの流量を衛河、南運河への切換へにより南運河下流地區の灌溉に期待するは極めて望み少きものと考へなければならぬ。従つて南運河、馬頰河、徒駭河（黃河水系）沿線の廣大なる平野の大規模灌溉には是非共黃河本流の河水を導入しなければならぬ。

#### 6. 水道及び工業用水との關係

現在北支の水道及工業用水は極めて少く鑿井によつて充分間に合つて居るが將來北支の開発に伴ひ、尨大なる地下資源及び黃河水力の利用により大工業の起る可能性充分豫想せらる。之等の所要とする水道並工業用水は莫大なる量に及び、到底現状の如き鑿井を以ては充分所要量を満たし得ざるに至るを以て地表水にその水源を求め來るは必然である。然し現在に於ても水不足に困惑して居る北支の状態では、自然流量から到底かゝる水道及び工業用水を供給し得る餘地は無い。従つて北支に於ては多量の工業用水を要する工業はその用水の關係からして大河川の沿線にしてしかも貯水池によつて補給しなければならぬ。この點より考ふれば北支の工業地帯は用水源から京漢沿線及び海河沿岸が最も適當と云ひ得る。

以上によつて北支河川の治水及び利水等凡ゆる水利事業の内貯水事業は最も根本的にして必要且つ緊急を要するものであり、又其の利用價值に於ては歐洲各國は勿論本邦に比しても一段と優位にあるものと言はなければならぬ。

### 3. 北支に於ける貯水事業と黄河々水導入の意義

#### 1. 概 説

北支平野は廣袤實に 300 000 km<sup>2</sup> に及び灌溉、水運等の利水事業に所要とする水量は莫大なる量に達し、水量不足の北支河川を以てしては、たとへ貯水池によつて年流量を完全に平均化するも到底満足する事は出来ぬ。然るに黄河の水量は年平均 430 億 m<sup>3</sup> (1365 m<sup>3</sup>/sec)、灌溉期 5 月の平均流量と雖も 500 m<sup>3</sup>/sec 以上に達して居るにかゝらず、その大部分は利用せらるゝ事なく海へ放出せられて居る。故に北支那平野の水不足を補ふには黄河々水の引用は當然考慮しなければならぬ所だし、又これが成功するか否か北支平野に偉大なる生産力を發揮せしむるに至るか否かの別るゝ所である。

即ち灤河、衛運河及び白河水系を全流量を調節しこれを最高能率を發揮する如くしても灌溉し得る面積は山麓地帯數拾 km を出ない。従つて最も東側に位置する南運河流域の灌溉水量は殆んど求め得られず。然るに衛河上流は丹河泌河の下流と共に黄河に頗る接近せるを以て、黄河の流量を衛河及び南運河に導入すれば北支平野の灌溉其他の利用水量は一躍 2 倍以上に増加す。

#### 2. 北支河川の流量と黄河の流量

黄河の河水の導入に當つては先づ北支河川と黄河の流量が如何なる割合であるか認識しなければならぬ。次にその各月の平均流量を示せば表-22 の如し。

表-22.

月 別	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	全年
北 支 河 川 計	193	214	267	185	109	236	1212	1423	618	392	205	250	452
黄 河	382	468	663	721	739	1082	2567	3787	2442	2005	1002	423	1365

即ち北支河川の年總流量は黄河のその 1/2 に過ぎず、これを 4、5 月の灌溉期に於ては更にその比は著しく、1/5 になる。従つて北支平野に大規模の利水事業及び黄河々水の導入が唯一の方法である事は直ちに首肯せらる。

#### 3. 黄河々水の北支平野への導入の技術的考察

黄河は上記の如き豊富なる流量を以て孟津下流蜿蜒 700 km 所謂北支那平野の中央を貫流して居るにかゝらず、これより引用する灌溉計畫の極めて貧弱なるは何故か若干の考察を加へて見やう。

黄河は含砂量極めて大にして低水路の移動甚だしく爲に河道を横断して取水堰を築造せざる限り取水が非常に困難である。然るに黄河の平原部たる河道は所謂天井河にして、河底は堤内地より高く爲に兩岸の堤防は非常に高く且つ龐大なものとなつて居る。従つて河道を横断して取水堰を築造しこの上流より取水せんとする計畫は非常に危険性があるのみならず取水堰築造それ自體が技術的に相當困難である。なんとなればこの黄河の含砂量が莫大なるを以て單なる固定堰では取水口前面は直ちに沈澱土砂のために閉塞せらるゝを以て取水堰には相當の水深を有する土砂吐を必要とするが、これは必然的に堰堤にこれに應ずる高さの可動堰を附けなければならぬ。

然るに黄河の如き大洪水の氾濫しやすき大河川の平野部の河道に、しかも基礎盤の極めて移動しやすき沖積土

の上にかかる大構造物を築造する事は恐らく技術的にも甚だ困難にして莫大なる工費を要す。

故に黄河の河水引用利用に當り最も確實且つ安全なるは上流に廻り岩盤地帯に於て少くとも拾數 m 以上の堰堤を築造しその上部には大なる水深の可動堰を設置し、その上流より取水する事である。然る時は導水路は長大となる缺點あるも安全確實に大量の水量を容易に導水する事を得る。これを世界の大河川の利用に比するにエジプトのナイル河、印度のインダス河、アメリカ合衆國のコロンビヤ河及びコロラド河の如きはその導水路は何れも數拾 km 以上に及んで居り敢て黄河の本計畫に限らない。かくの如く黄河の如き大河川の利用に當つては姑息の手段を構ずる事なく、上述の如き趣示に沿つて徹底的大規模の方策を取る事が望ましいと確信する次第である。

即ち黄河は河南省孟津上流 25 km 附近より急に峡谷状をなし、これより上流は洪水時の水面幅 300~500 m で兩岸亦比較的急勾配の石灰岩地帯である。然るにこれより下流は俄然開潤となり、一躍 2000~4000 m に擴がる沖積地帯で河床は甚だ移動しやすくなる。従つて河床上拾數 m 以上の堰堤築造には工費並に信頼性からしても上記の峡谷中に設置しなければならぬ。

故に黄河々水の導入には黄河峡谷の最下流堰堤地點に高さ拾數 m 以上の堰堤を築造し、上部には高さ 10 m 以上の可動堰を設置しその上流より取水するを最も妥當と認めらる。これより衛河上流と充分なる落差を取り得るを以て約 50 km の導水路を開鑿する事により黄河の河水を衛河に導入する事を得。この導水路は地形上初めは隧道とし次に黄河の支流泌河及び丹河を横斷しなければならぬ。この點可成り技術的に困難があるが北支の水利事業發展のためには是非成功しなければならぬ所である。