

1998年中国長江の洪水災害について

中川 一・玉井信行*・沖 大幹**・吉村 佐***・中山 修****

*東京大学大学院工学研究科

**東京大学生産技術研究所

***財団法人 河川環境管理財団

****財団法人 国土開発技術研究センター

要 旨

1998年の7月から8月にかけて中国の長江で大洪水が発生した。洪水の原因は異常な豪雨にあるが、亜熱帯高圧帯が長江に沿って移動し、下流の洪水流出と上流のそれとが重疊したこと、洞庭湖・ポーヤン湖の容積が減少したために洪水調節能力が低下したこと、洪水の疎通能力を低下させるような輪中や建物が堤外地に多数造られたこと、河床上昇により洪水規模の割には水位が高くなったこと等により、長期間の高水位を持続し、本川堤防の決壊や輪中堤の決壊、多数のパイピングや漏水等が発生した。ここでは、今回の洪水の原因と特徴、被害の概要、長江の治水計画、洪水対策等について報告する。

キーワード： 中国，長江，1998年洪水，現地調査，洪水対策

1. 緒 言

1998年の7月から8月にかけて中国の長江で1954年の大洪水に匹敵する洪水が発生し、急激に進展してきている中国の社会・経済に大きな打撃を与えた。今回の洪水の特徴は、宜昌で54年の洪水の時と同様8回の洪水ピークがあり、宜昌から約140km下流の沙市では観測史上最高の水位を記録した54年の44.67m(吳淞基準点)を上回る45.22mを記録するなど、多くの水文観測站で観測史上最高の水位を記録したことや、長江本川堤で唯一破堤が生じた九江では3ヶ月間以上も警戒水位を上回るなど、多くの水文観測站で高水位が極めて長期間に亘り継続したことなどが挙げられる。

これまで、国内の研究者による長江の洪水に関する報告はほとんどなされていないが、今から42年前、速水は京都大学防災研究所年報の記念すべき第1号に1954年の長江洪水について報告している(速水, 1957)。彼は1956年秋に中国科学院の招聘によ

る訪中水利科学代表团に参加して、洪水に関する資料を入手し、これをもとに長江流量と洞庭湖およびポーヤン湖からの流入・流出流量の変化や氾濫流量の推定、さらには一種の遊水地である荊江分洪区への遊水の効果等について詳細に検討している。

著者らは土木学会水理委員会と北京水利学会との合同調査団(団長:玉井信行)の一員として、1998年11月16日~26日にかけて長江流域の洪水調査を行った。調査に入った日が洪水災害後間もないことから、速水が得たような解析に足るような資料はほとんど入手できなかったが、洪水の特徴、治水の法体系、今後の洪水対策等を速報し、記録に残しておく意味でここに報告しておく次第である。

2. 長江の概要

2.1 流域の概要

長江(Changjiang River)は源をチベット高原の北

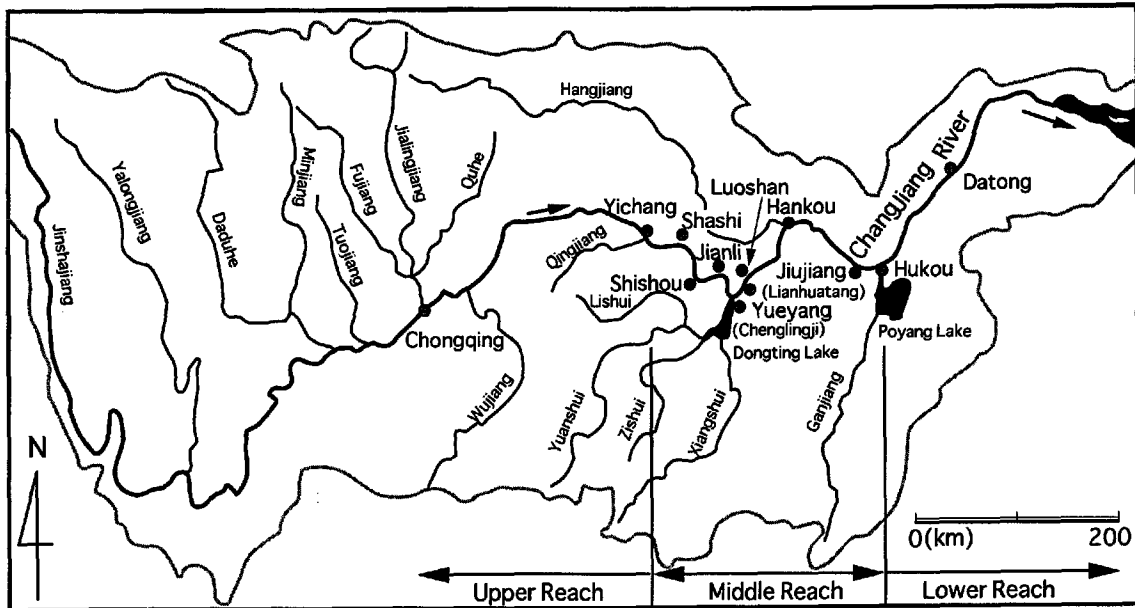


Fig.1 Changjiang River basin

東部に発し、青海省(Qinghai Province)の南端付近では金沙江(Jinshajiang)と呼ばれ、その後、Fig.1に示すように多くの支川の流入を見て重慶(Chongqing)、宜昌(Yichang)、武漢(Wuhan)、湖口(Hukou)、大通(Datong)等を経て黄海と東シナ海の間に出る中国第一の大河である。その流域面積は約181万km²でアマゾン川(705万km²)、ナイル川(301万km²)について世界第3位、流路延長も約6,300kmでナイル川(6,690km)、アマゾン川(6,300km)についてこれも世界第3位である。流域面積は国土面積の19%を占め、中国の18省(区)にまたがり、流域内には中国の人口の約1/3が居住している。流域の森林面積は7.16億ムー(15ムー=1ha)、牧草地等が2.97億ムー、耕地面積が3.48億ムーである(洪, 1998)。

江漢平原(Jianghan Plain)への出口に位置する宜昌より上流を上流域、ポーヤン湖(Poyang Lake)の出口にあたる湖口までを中流域、これより下流を下流域と呼んでいる。上流域の流域面積は約100万km²、幹川長は4,504km、中流域の流域面積は約68万km²、幹川長は955km、下流域の流域面積は約12万km²、幹川長は938kmである(程, 1998)。中流域は長江が肥沃な土砂を長年に亘り氾濫・堆積させて形成された沖積平野であり、中国の農業生産の30%以上を占め、米の他、綿花、菜種、茶などが主要農作物となっている。とくに、湖南省(Hunan)、湖北省(Hubei)は「両湖熟せば天下足る」と言われるほどの穀倉地帯である。

中流部は豊かな平原であるが、このことはとりもたず洪水の危険性と背中合わせであることを物語っ

ている。Fig.2は長江中流域の概要を示したものである。同図の洪水氾濫危険区域(Inundation Risk Zone)に指定されている地域はもともと長江の氾濫原であり、現在の洞庭湖(Dongting Lake)と江北(Jingbei)の湖沼地帯とは連なって雲夢沢(Yunmengze)と呼ばれた一大湖沼地帯を形成していた。南宋から明代にかけて長江左岸に万城堤(Wanchengdi)と呼ばれる一連の堤防が築造され、洞庭湖は江北湖沼群と分離した(速水, 1957)。

その後の度重なる洪水と伴にこの堤防も強化され、1918年頃には万城堤は全長124km(堆金台(Duijintai)~トウ茅埠(Tuomaobu))であったが、1951年に堆金台から荊州(Jingzhou)の棗林崗(Zaolingang)まで上流側に8.35km延長され、1954年の大洪水を契機にTuomaobuから監利(Jianli)まで下流側にさらに50km延長された(洪, 1998)。その結果、後述するように現在では天端幅12mを持つ堤防規格第1類の重要堤防となり、今は荊江大堤(Jingjiangdadi)と呼ばれている。起点の棗林崗の天端高さは49.61m、終点の監利の天端高さは39.67mで延長は182.35kmにも及ぶ。

これによって当然ながら右岸側では土砂の堆積が進行し、右岸側(荊江南岸)での洪水氾濫が頻発して洞庭湖の貯水容量は激減する一方で、左岸側の江漢平原(荊江北岸)は土砂の堆積が無い代わりに長江の河床が上昇して天井川化したため、現在では江漢平原の地盤高より約5m程度長江の河床が高くなっていると言われている。

現在、荊江北岸には1160万ムーの土地の中に約700万人が、また、荊江南岸には1150万ムーの土地

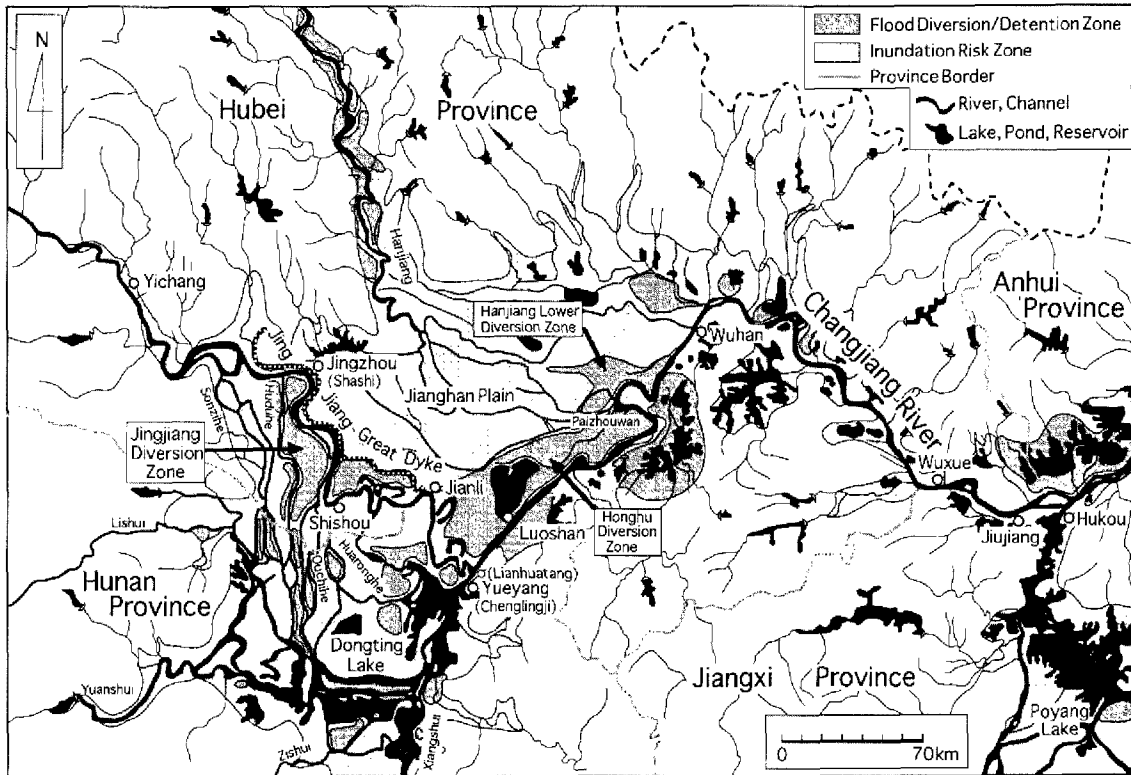


Fig.2 Middle reach of the Changjiang River

に700万人が住んでおり（長江水利委員会）、長江本堤が決壊すれば人的及び物的被害は甚大であり、三峡ダムや遊水地への分洪などによるハード対策や避難・予警報システムの充実などのソフト対策の充実が早急に望まれている。

2.2 治水計画の概要

著者らは1998年11月18日～11月24日にかけて、湖口から荊州まで、ほぼ長江の中流域を河道に沿って現地調査を行うと伴に、98年の水害の概要と長江の治水計画、水害対策等について長江水利委員会や省の水利局でヒアリングを行った。長江の治水計画について詳細な情報が得られたわけではないが、重要と思われる点について若干記しておく。

ここでは中流域における治水計画について見てみる。中流域における長江の洪水規模を表す指標として宜昌における水位および流量がよく用いられる。ここではかなり古くから資料が整えられており、19世紀までの歴史洪水としてTable 1に示すような洪水が記録されている（洪, 1998）。1870年の洪水は史上最大規模で、荊江南岸の堤防が決壊し、藕池河（Ouchihe）と松滋河（Songzihe）が形成された。この氾濫によって流域の約3万km²が浸水し、平原は大海のようになったという（玉井, 1999a）。

Table 2に示すように20世紀に入っても大規模な洪水が7回発生している。とくに、1954年の洪水は、

Table 1 Peak discharge and water level at Yichang (before the 20th century)

Year	Water Level (m)	Peak Discharge (m ³ /s)
1870	59.50	105,000
1227	58.47	96,300
1560	58.45	93,600
1153	58.06	92,800
1860	58.32	92,500
1788	57.50	86,000
1796	56.81	82,200
1613	56.67	81,000

Table 2 Peak discharge and water volume at Yichang (after the 20th century)

Year	Peak Discharge (m ³ /s)	Water Volume (10 ⁹ m ³) (July-Aug.)
1931	64,900	186.9
1935	56,900	136.7
1949	58,100	202.7
1954	66,800	249.7
1981	70,800	174.9
1983	53,500	174.4
1998	63,600	133 (30days)

革命後に発生した大洪水であり、全国で統一した資料が最もよく整っているため、この時の実績が現在の治水計画の指標となっている。しかし、この洪水も宜昌での再現期間が80年、洞庭湖が長江と合流する城陵磯（Chenglingji）では180年、漢口（Hankou）（武漢の水文観測站）と湖口では200年と言われている（玉井, 1999b）。

中流域における長江の治水は堤防、遊水地、ダムを基本としている。本川堤防の総延長は約3,570km、その他輪中等の堤防の総延長は約30,000kmで、これらの堤防によって約126,000km²の土地が洪水から防衛されている。長江流域には約48,000基のダムが建設されており、これらの総貯水容量は約1222億m³で洪水調節にも利用されている。遊水地の洪水調節容量は約700億m³である(程, 1999)。これら以外に、軍隊、水利局員、一般の住民などによる水防活動も活発になされている。これらの中でも特に堤防の高上げと堤防断面の強化による治水安全度の向上が積極的に行われており、基本的には洪水は堤防でまもるとというのが原則のようである。洪水ハザードマップのようなものも作成されているようであるが、住民への情報提供までには至っておらず、遊水地以外での避難情報伝達、避難誘導、避難地の設定といったシステムは構築されていない。

Table 3 Rank of the dyke

Rank of Dyke	Free Board (m)	Width of Crown (m)
1	2.0	8~12
2	1.5	6~8
3	1.0	6

現在の堤防は1954年の洪水水位を基本として計画されており、背後地域の重要度に応じてTable 3に示すように3種類の規格が設けられている。Photo 1に示す荆江大堤は第1類であり、弱点となるような箇所には写真にあるように堤内地に水防用の石材と樹林帯が常時準備されている。長江本堤は基本的には第1類であるが、武漢や九江(Jiujiang)では十分な堤防断面を取れないためにパラペットや高さ4m程度の洪水防御壁が土堤やコンクリート護岸の上に築造されている。武漢では堤内と堤外とを行き来するためにPhoto 2に示すようなゲートが所々に設けられており、コンクリート製の角落としをはめ込み、土嚢を周辺に積んで止水している。



Photo 1 Jingjiang great dyke

長江の治水整備水準は地域の重要度によって異なっており、Table 4に示すように堤防だけでは武漢で約20年~30年洪水、それ以外の荆江、城陵磯、湖口では約10年洪水しか対応できない(玉井, 1999b)。

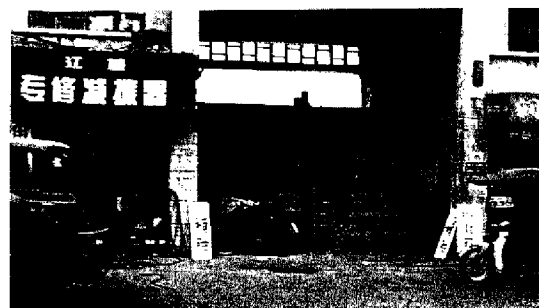


Photo 2 Wall gate at the flood defence wall in Wuhan

Table 4 Return Period of a flood in the Changjiang River

Site	Return Period (Dyke only)	Return Period (Dyke & Diversion)
Jinjiang	about 10 years	about 40 years
Chenglingji	about 10 years	about 100 years
Wuhan	about 20~30 years	about 200 years
Hukou	about 10 years	about 100 years

そのため、中流域ではFig.2に示したような分蓄洪区(分洪区と分蓄洪区との違いは不明)という一種の遊水地を設け、ここへ分洪することで長江の負担を軽減する計画になっている。洞庭湖分蓄洪区では洞庭湖周辺に多数存在する輪中堤(yuanと呼ばれている)内に洪水を人為的(堤防を爆破する)に氾濫させたり、堤防高を予め低くしておいて自然に越流氾濫させることにより遊水地のような利用を図っている。ここでの貯水量は約162億m³で、この輪中内に137万人が住んでいる(洪, 1998)。なお、国が洪水対策用に造った蓄洪堤yuanには爆破して遊水するため、生じた被害に対しては国が補償する事になっているが、農民が勝手に造ったyuanに対しては自然的であろうが人工的であろうが破堤した場合の補償は無いとのことである。その他にも前江分洪区(貯水容量54億m³)、江湖分蓄洪区(貯水量量約160億m³)等がある。Table 4に示したようにこれらの遊水地を利用することで洪水再現期間を40年~200年と大きくすることができる。

分蓄洪区の中でも前江分洪区のみゲートによって人為的に分洪する構造になっている。前江分洪区は長江の派川である虎渡河(Huduhe)と藕池河に囲まれた面積921km²の土地を遊水地化し、54億m³の調節容量を確保することで長江本川の水位を低下させるための施設である。

ここを遊水地化するに当たり、居住者23万人のうち、6万人余を江北の石首(Shishou)県に荒廢地を開墾して移住させ、残り16万人余を分洪区内の安全区に移住させた(速水, 1957)。なお、現在では分洪区内には約50万人が住んでおり、その内安全区以外に



Photo 3 Safety building in the Jingjiang diversion zone (Gongan City)

も約30万人が住んでいる。安全区とは分洪区の中をさらに堤防で囲ってここに住民を集中して居住させる区域である。安全区以外では分洪によって浸水するため、所々に安全楼と呼ばれている避難所が設けられており、緊急用の食料や飲料水などが蓄えられている。Photo 3は荊江分洪区内の公安（Gongan）県で見た安全楼であり、2階の窓の上に洪水痕跡の▽マークと水位値42.00mが記されている。

この分洪区にはPhoto 4に示すように幅18m、高さ5m（クレスト標高46.5m）のテンターゲート54門が長江に面した太平口（Taipingkou）に1952年に建設された。計画流量は $8,000\text{m}^3/\text{s}$ であり、長江の水位（沙市）が45mを超えるとゲートを開放し、長江の洪水を荊江分洪区に氾濫させる計画になっている。1954年の洪水の際には荊江分洪区へ3回分洪し、その結果沙市の水位が96cm程度低下した（推算水位が45.63mとなると分洪の結果44.67mになった）と言われている（中川他, 1999）。1998年の洪水では沙市の水位が45mを上回ったが分洪されなかった。この理由等については後述する。

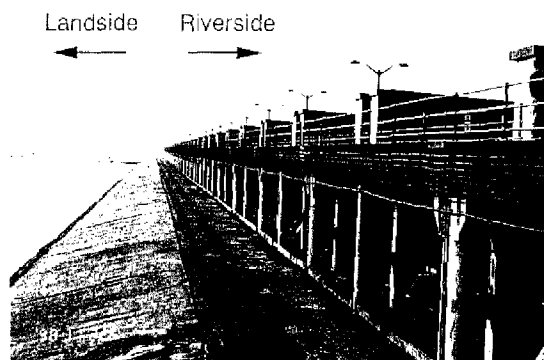


Photo 4 Jingjiang diversion gates

堤防と遊水地を利用して荊州の洪水再現期間は高々40年である。三峡ダムが完成するとその洪水調節能力は約221.5億 m^3 であり、洪水再現期間は約100年になると言われている。いずれにせよ、長江の治

水計画は日本のように計画降雨を決めて流出解析を行い、計画流量を算定する（最近では既往の洪水実績の統計解析に基づいて計画流量を決定しつつある）といったものではなく、資料が整備されている大洪水の実績に基づいて計画が立てられている。余りにも広大な流域面積を持つ土地柄故にそうせざるを得ないのであろう。

3. 降雨の概要

1998年の洪水の素因は異常気象によると言われている。長江の豪雨は主に太平洋の亜熱帯高圧帯の移動に伴って発生する。一般的には5月から6月にかけて長江の下流側から雨季に入り、亜熱帯高圧帯が北西方向に移動することで長江の中流域や上流域でも雨季になる（沖, 1999）。その結果、例年ならば通常下流域の洪水が先に流出し、ついで中流域のポーヤン湖や洞庭湖の洪水が流出し、そのあとに上流域からの洪水が流出することで洪水が重なることなく流出するので大洪水とならない。

今回の降雨の過程はヒアリング等による情報をもとにすると以下のようなものである。長江中・下流域における4月～5月の降雨は平年よりは少なかったが、梅雨前線の影響により、6月11日8:00～7月4日8:00の24日間の降雨分布はFig.3(a)に示すように、ポーヤン湖及び洞庭湖流域で600mmを超える降雨があった。7月上旬に亜熱帯高圧帯が一旦北上したため、Fig.3(b)に示すように長江中下流域ではほとんど降雨が無く晴天が続いた。このことが1954年の大洪水に比べて洪水規模が小さくてすんだこととなる。

通常、亜熱帯高圧帯の配下に収まるはずの7月になっても高気圧の上端が長江中下流域に位置することになり、7月の中旬から7月末の間にもFig.3(c)に示すように洞庭湖およびポーヤン湖流域で500～1000mmの降雨が発生した。例年ならば7月には北緯28度まで亜熱帯高圧帯は北上するが、これが北緯20度付近の華南地方に停滞したのである（沖, 1999）。結局この時の洪水流出が長江に負荷をかけることとなり、Fig.3(d)に示すように長江上流域で8月に500mmを超える降雨が発生した際の洪水流出が、中流部の洪水流出が低減しないうちに発生し、大洪水となったのである。長江流域における6月1日8:00～8月29日8:00までの約3ヶ月間の総降雨量が2000mmを超える所もあり、流域の約50%が500～2000mmの降雨を記録した。その分布をFig.4（程, 1999）に示す。

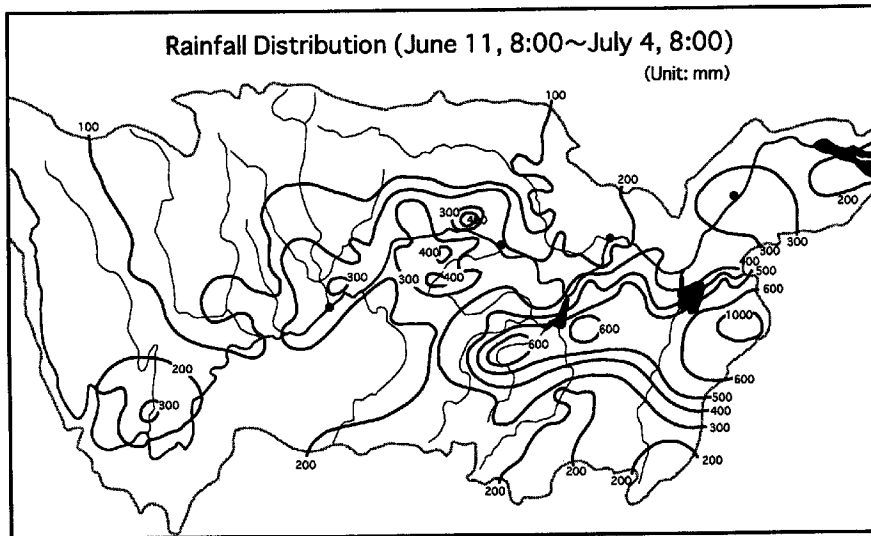


Fig.3(a) Rainfall distribution (June 11, 8:00 ~ July 4, 8:00, 1998)

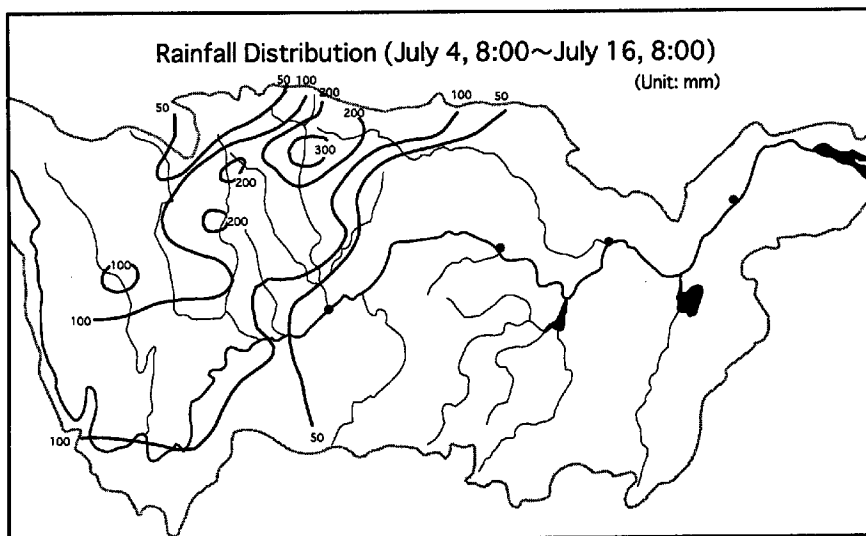


Fig.3(b) Rainfall distribution (July 4, 8:00 ~ July 16, 8:00, 1998)

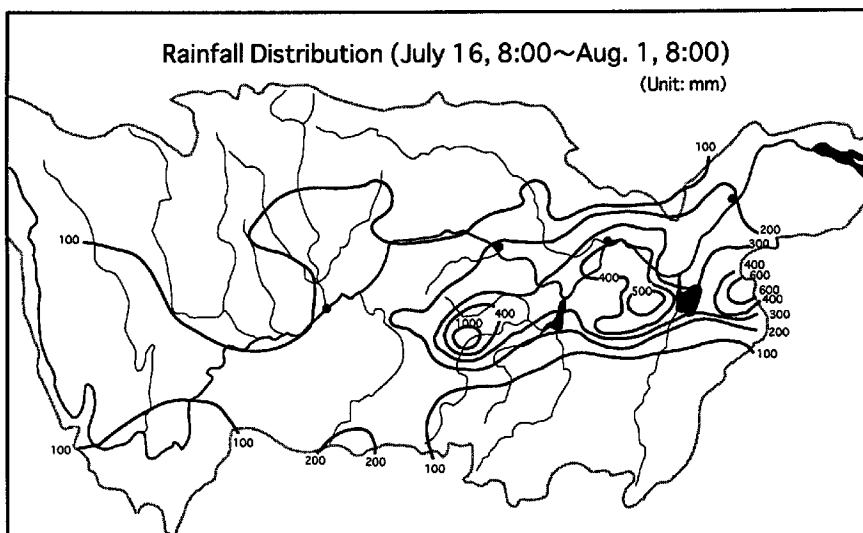


Fig.3(c) Rainfall distribution (July 16, 8:00 ~ Aug. 1, 8:00, 1998)

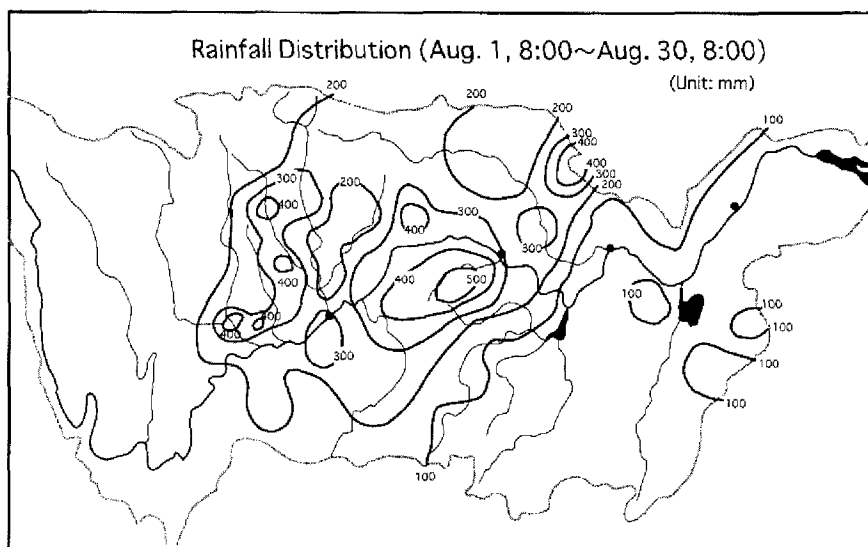


Fig.3(d) Rainfall distribution (Aug. 1, 8:00 ~ Aug. 30, 8:00, 1998)

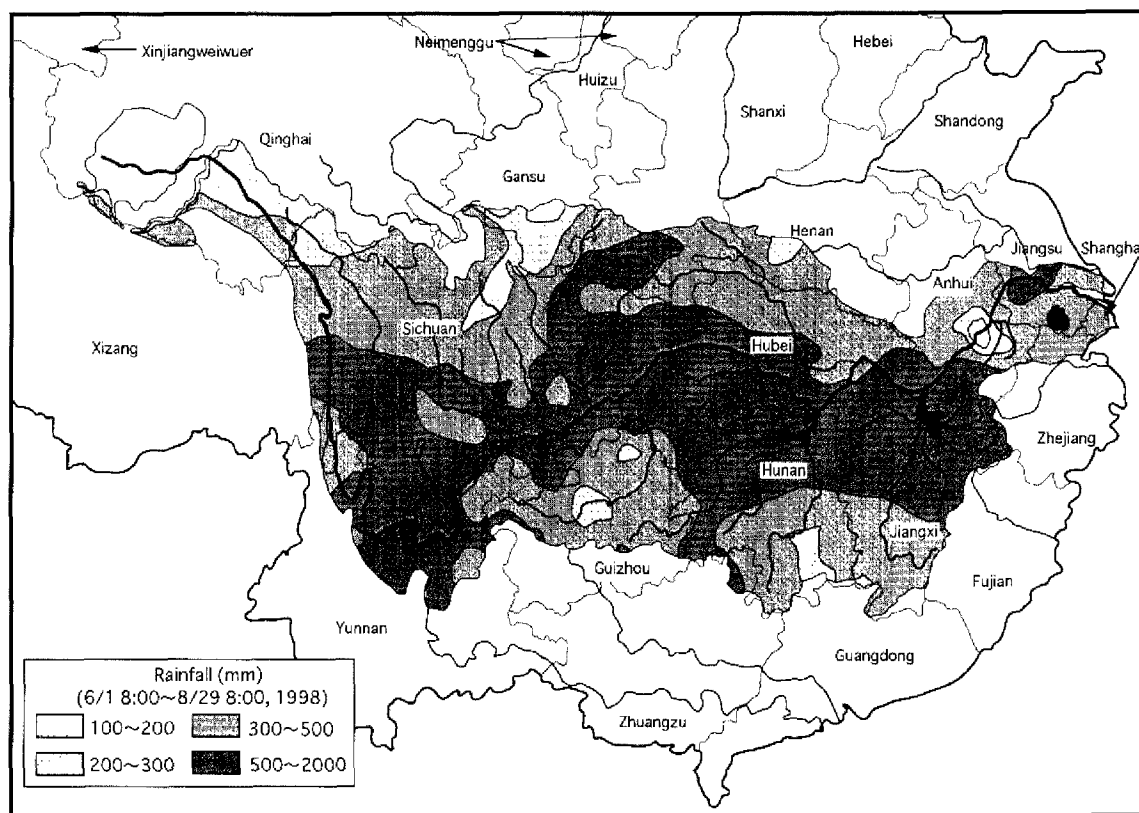


Fig.4 Accumulated rainfall distribution (June 1, 8:00 ~ Aug. 29, 8:00, 1998)

4. 洪水の実態と被害の概要

4.1 洪水の原因

長江水利委員会の見解によると、1998年の洪水の原因は以下の3つである。

- (1) 洪水の形成原因は上述したような豪雨による。
- (2) 上述したような亜熱帯高圧帯の移動により、中下流の洪水と上流の洪水が重なった事による。

(3) 洪水調節能力を持つ洞庭湖やポーヤン湖などの淡水湖の面積と容量が大幅に減少した事による。

Table 5 (洪, 1998) に示すように長江中下流域における8つの主要な湖について1949年と1980年の湖水面積を比較すると、この約30年間で総湖水面積は約66%に減少している。特に、洪水調節効果が大きな洞庭湖とポーヤン湖を見ると、洞庭湖で62%、ポーヤン湖で76%となっている。洞庭湖では長江が

Table 5 Change of the water surface area of main lakes in the Changjiang basin

Name of the Lake	Change of the Water Surface Area	
	1949 (km ²)	1980 (km ²)
Dongtinghu	4350	2691
Honghu	734	353
Silianghu	1060	175
Diaochahu	680	51
Liangzihu	1458	700
Poyanghu	5050	3840
Chaohu	776	776
Taihu	2480	2338

らの土砂流入で年間約1億m³の土砂が堆積することにより貯水容量が減少するとともに、浅くなったところを干拓して農地や宅地に変えることで、結果的に湖水面積が減少する。Fig.5に示すように、洞庭湖およびポーヤン湖の湖水面積は1950年頃から急激に減少している。これはまさに革命直後の農地開墾、食糧増産の時期に相当している。いずれにせよ、淡水湖の容量と湖水面積の減少が洪水の原因となったことは確かなようである。

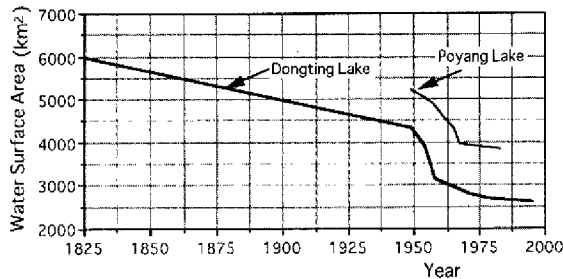


Fig.5 Temporal change of the water surface area of the Dongting and Poyang Lake

なお、1998年洪水の原因の一つに、上流域での開発行為の影響が報道されているが、長江水利委員会との会見では、これによって洪水ピーク流量が増大したことはない、という見解であった。なお、玉井は宜昌における30日間の流出量 (Table 2) と2ヶ月半の上中流域の平均降雨量から流出係数を算出しており、これによると1998年洪水では1954年洪水に比べて流出係数が約14%増加している (玉井, 1999b)。ただし、この計算は30日間を通しての平均的な流出量であり、洪水ピークの形成には各流域からの流出の時間的な合流条件の関与するので、ピーク流量の同行についてはさらに詳細な解析が必要であるとしている。

4.2 被害の概要

1998年洪水の被害の詳細は不明であるが、現時点で得られている情報をもとに記すと以下のようである。Table 6に1931, 1935, 1954, および1998年の洪水による物的・人的被害を示す (程, 1999)。1954

Table 6 Comparison of the damages by the great floods

Year	Inundated Farmland (×10 ⁶ mu)	Flooded Area (km ²)	Sufferers (×10 ³)	Dead	Flooding Water Volume (×10 ⁹ m ³)	Damaged Houses (×10 ³)
1931	56.60	130,000	28,870	145,400	—	1,780
1935	22.63	89,000	10,000	142,000	—	406
1954	47.55	30,000	18,884	33,169	102.3	4,270
1998	—	5,740	2,300	1,320	10.0	—

年の洪水被害に比して1998年の洪水被害は遙かに小さい。これは、1954年の洪水を基本として治水整備、特に堤防の強化がはかられてきたために、越流氾濫や破堤氾濫が激減した事によると思われる。54年の洪水では自然破堤と人工破堤を含めて56ヶ所の破堤が生じたが (長江本堤での破堤箇所数は不明)、98年洪水では本川堤防が決壊したのは九江市の1ヶ所のみである (越流はしていない)。ただし、後述するように、yuanと呼ばれている輪中の堤防が複数箇所が決壊し、住民及び水防に当たっていた軍人が多数死亡している。なお、98年洪水による死者の大半は山津波によるもので、とくに江西省で多数発生したという。被害額の詳細は不明であるが、被害総額は約30億米ドルと言われている (玉井, 1999b)。

長期間に亘り高水位となったため、堤防基部でのパイピングが数千ヶ所が発生した。Photo 5は長江の支川で岳陽県小毛家湖にある新塘河 (Xinqianghe) の堤防で発生したパイピングであり、堤防基部で噴き出した土砂が円形状に堤内地で堆積していた。こ



Photo 5 Sediment deposition due to piping at the base of a dyke (Yueyang)

こではパイピングだけでなく、Photo 6に示すように堤体が円弧すべりし、堤防基部に沿ってすべり面の法先が盛り上がっていた。また、石首市ではPhoto 7に示すように、長江本堤の右岸で護岸が大きく侵食され (減水時に崩落)、堤防が決壊する寸前であったという。九江での破堤も越流破堤ではなくパイピングが原因である。これについては洪水氾濫の実態の所で言及する。



Photo 6 Mound caused by a circular slide at the base of a dyke (Yueyang)



Photo 7 Protected bank erosion (Shishou)

4.3 河川水位

Fig.6は宜昌、沙市、城陵磯、漢口および九江における1954年の長江の水位(速水, 1957. 沙市の水位は二郎磯水位站1954年逐日平均水位表による)と1998年の水位(人民日報, <http://www.peopledaily.com.cn>等, 1998)を示したものである。図中には各地点における警戒水位を一点鎖線で示し、54年洪水および98年洪水の宜昌における最高水位を示した日を2本の縦の破線で示し、98年洪水の8回の洪水ピーク発生日を▼印で示している。

同図より、宜昌では98年と54年の洪水とも水位変化が激しくて一概には言えないが、98年洪水の方が54年洪水より若干水位が低いようである。沙市、城陵磯および九江では98年の洪水の方が1m以上高くなっているが、漢口では54年洪水より若干低くなっている。城陵磯は岳陽市の水文站で、洞庭湖から長江への出口直前に位置するため、ほぼ洞庭湖の水位と同様であると考えて良いであろう。城陵磯と呼ば

れている水文站は2ヶ所あって、もう一つの観測站を蓮花塘(Lianhutang)とも呼んで区別している。この水文站は洞庭湖と長江との合流点付近にあり、合流後の長江水位を示していると考えて良い。一方、九江はポーヤン湖の直上流の水文站であり、ポーヤン湖の水位の影響を強く受けていると考えられる。従って、城陵磯および九江の水位が54年水位より高く、宜昌と漢口の水位が54年水位と同程度であることは、2つの湖の水位が高く、これらに流入する河川からの洪水規模が大きかったものと推察される。

98年の洪水は流量が54年より小さい割に水位が高かったと言われているが、これには後述するように、いくつかの理由が考えられるが、河道内に輪中が多く造られ、河道の疎通能力が低下したこと、洞庭湖及びポーヤン湖の干拓が進み、湖が小さくなり、また、土砂堆積が進行したために洪水調節能力が低下したこと、長江の河床が土砂堆積により上昇したこと等が原因として挙げられる。

54年の洪水では、宜昌の下流に位置する沙市近く

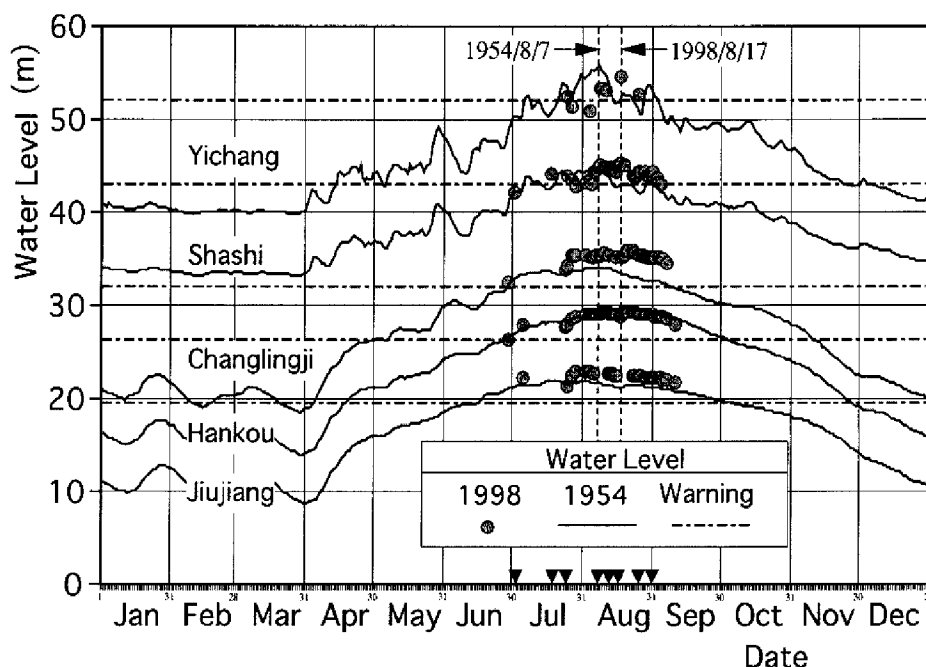


Fig.6 Comparison of the water level between 1954 and 1998 flood

の荆江分洪区で3回の分洪（一種の遊水地への分流）を行っているので漢口の洪水規模が軽減されたと言われている。また、54年洪水では各地で破堤氾濫や越水氾濫を生じているので、これらの影響もあって漢口での洪水規模が小さくなったとも言われている。98年の洪水では分洪を行っていないし、氾濫面積も54年と比較して小さいと考えられ、それでもなぜ漢口の水位が54年より小さくなったのであろうか。54年洪水の漢口での最大流量は、後述するように76,100m³/sで、98年のそれは71,200m³/sと、54年洪水より約5000m³/s程度小さかったことがその理由として考えられる。

しかし、城陵磯の水位が54年洪水より2m以上高いことから、漢口でも高くなって良いはずであるし、

流量規模も大きくなって良いはずであろう。それにもかかわらず流量規模が小さくなったのは、城陵磯と漢口間の間でかなり大規模な遊水（氾濫）があったと考えざるを得ない。この間には長江の大きな蛇行部の牌洲湾（Paizhouwan）があって、確かにここで輪中堤の決壊に伴う洪水氾濫が発生しており、漢口の洪水規模を低減させた可能性がある。

湖北省水利庁でのヒアリングでも、蛇行部のショートカットを行って長江の線形をよくし、牌洲湾を切り離してはどうかという意見に対し、この蛇行部が武漢の洪水規模を低下させる効果がある（ショートカットすれば武漢の水位が約1m上昇する）として、この意見には反対であった。

Table 7 Maximum water level at each observation site

Observation Site	Max Water Level in 1954 flood (m)	Max Water Level in 1998 flood (m)	Historic Max Water Level (m)	Danger Level (m)	Days Exceeded the Danger Level (Historic Max)	Days Exceeded the Danger Level (1998 flood)	Remarks (DL:Wusong Point)
Cuntan	182.57	183.21(8/23)	191.41 (1981/7/16)	180.00	0	14	Just downstream of Chongqing
Yichang	55.73	54.49(8/17)	55.92 (1896/9/6)	52.00	0	42(44)	Diversion :3times in 1954 flood
Shashi	44.67	45.22(8/17)	44.67 (1954/8/7)	43.00	12	54(57)	
Shishou		40.94(8/17)	39.89(1954/8/7)		30	63	
Jianli	36.57	38.31(8/17)	37.06 (1996/7/25)	34.50	41	65(79)	
Chenglingji	34.55	35.94(8/20)	35.31 (1996/7/22)	32.00	29	66(80)	Outlet of Dongting Lake to the Changjiang
Lianhuatang		35.79(8/20)	35.01 (1996/7/22)		37	66	Water level of the Changjiang after inflow from Dongting Lake
Luoshan	33.17	34.95(8/20)	34.17 (1996/7/22)	31.50	37	65(79)	Max is 8/20 by hearing
Hankou	29.73	29.43(8/19)	29.73 (1954/8/18)	26.30	38	65(79)	
Wuxue		24.04(8/4)	23.14 (1954/7/30)		42	68	
Jiujiang	21.87	23.03(8/2)	22.20 (1995/7/9)	19.50	39	69(83)[93]	
Hukou	21.68	22.58(7/31)	21.80 (1995/7/9)	19.00	29	69(83)	Outlet of Poyang Lake to the Changjiang
Anqing		18.50(8/2)	18.74 (1954/8/1)		0	67	
Datong	16.64	16.31(8/2)	16.64 (1954/8/1)	14.50	0	67(81)	
Nanjing		10.14(7/29)	10.22 (1954/8/17)		0	68	

*: The data source of the Days Exceeded the Danger Level in 1998 flood is Water Resources Information Center, China (Aug.31)

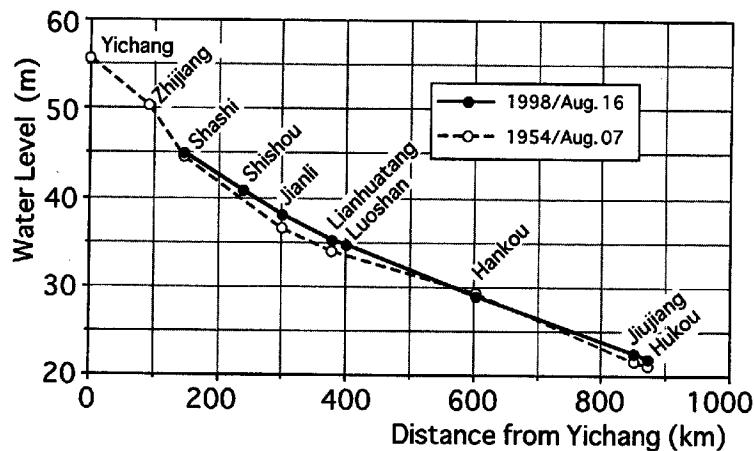
** : The data source of the number shown by () of the Days Exceeded the Danger Level in 1998 flood is Ueda & Yamaguchi (Sep. 14)

***: The data source of the number shown by [] of the Days Exceeded the Danger Level in 1998 flood is hearing by authors (Nov. 18)

Table 7は各水文観測站における54年洪水および98年洪水の最高水位とその発生日、既往最高水位とその発生日を示したものである。同表には参考のため、各地点における警戒水位と警戒水位超過日数を示してある（水利部水利信息中心資料，1998，植田・山口，1998）。なお、水利部のデータは1998年8月31日現在のものである。同表で興味深いことは、98年洪水では漢口より上流では8月17日以降に最高水位を示しているのに対し、これより下流では8月4日以前に最大水位を呈していることである。8月4日以前にポーヤン湖流域に多量の降雨があり、これを集水した5つの川がポーヤン湖に多量の洪水を流入させたため、長江へ最大で31,900m³/s（既往最大）の流量を与えたことが、8月初旬に漢口より下流で最高水位となった理由であろう。なお、Fig.3で示したように、98年6月11日8時～7月4日8時

の23日間にポーヤン湖周辺には400mm～1,000mmの降雨が、7月16日8時～8月1日8時の16日間に500mm～600mmの降雨があったことから、このような推察が妥当なものと考えられる。そして、その後降雨域が長江上流へ移動したために、8月17日以後に漢口より上流で最高水位が発生したのと考えられる。

今回の洪水のもう一つの特徴は、警戒水位を超えた日数が、全ての観測站で既往最大を上回ったことである。石首より下流の観測站全てにおいて警戒水位を超えた日数が8月31日現在で60日を超えた。植田・山口によると9月14日現在で監利より下流では79日を超え、九江では最終的に93日（現地でのヒアリングによる）となった。このことが、堤防からの漏水を引き起こし、長期間の水防活動を余儀なくさせ、輪中堤が多数決壊した原因である。



1) As Chenglingji's water level, Lianhuatang's on Aug. 15 was used. 2) As Loushan's water level, that on Aug. 19 was used. 3) As Jiujiang's and Hukou's water levels, those on Aug. 15 were used.

Fig.7 Comparison of the water surface profile between 1954 and 1998 flood

Fig.7は、横軸に宜昌から下流の長江に沿った縦断距離をとり、縦軸に水位をとって、水面形を見たものである。54年洪水は、宜昌での最大水位を示した8月7日を対象とし、98年洪水は宜昌での最大流量を示した8月16日を対象としている。なお、宜昌での最高水位は8月17日に発生しているが、現時点で同一日の水位データが比較的良好にそろっている日が8月16日であるのでこのようにしている。また、蓮花塘の水位は8月15日の城陵磯の水位を代用し、螺山は8月19日、九江および湖口の水位は8月15日のものを使用している。

同図より、沙市から監利にかけては98年洪水の方が水面勾配は緩く、54年洪水の方が水面勾配は急になっている。これは、54年洪水では荊江分洪区へ3回分洪しており、長江の洪水が122億6千 m^3 洞庭湖に流れたため、長江本川に水面勾配がついたことや、98年洪水ではyuan等による河道疎通能力の低下によって水面勾配が緩くなったものと考えられる。監利より漢口では98年洪水の方が若干急な水面勾配となっている。漢口から湖口まではその逆になっている。

4.4 洪水流量

Fig.8およびFig.9はそれぞれ宜昌および漢口における54年洪水と98年洪水の流量を示したものである(98年の漢口における流量はHu Yalin(1998)による。宜昌における98年洪水の流量は植田・山口(1998)による。)。また、Fig.10は98年洪水の宜昌における8回のピーク流量を示したものである(植田・山口,1998に加筆)。同図には宜昌における既往最大流量、54年洪水の最大流量および三峡ダムの調節開始流量も示してある。8回のピークのうち、第6次のピークが今回の洪水の最大流量 $63,600m^3/s$ と

なっている。この最大流量は1896年の既往最大流量 $71,100m^3/s$ および54年洪水の最大流量 $66,800m^3/s$ より小さい値である。植田・山口(1998)は、三峡ダムの洪水調節量を概算しており、これによると調節開始流量である $56,700m^3/s$ を上回る流量から求めた洪水量は約60億 m^3 であり、三峡ダムの洪水調節容量の221.5億 m^3 より遙かに小さく、三峡ダムが完成しておれば今回の洪水に対して十分な効果を発揮していたと考えられるとしている。

これらの図をもとに、54年洪水と98年洪水の流量を比較すると、宜昌では両洪水とも8回の流量ピークがあったとされているが、98年洪水の方がピーク値としては小さいものの、特に8月期に大きな流量が継続して発生しているようである。この事実からも98年洪水が54年洪水よりも長期間の高水位を持続したことがうかがえる。54年洪水の宜昌での流量ピークの最大は8月7日に生じたが、このとき下流の荊江分洪区で3回の分洪を行って、このピークに対する漢口でのピーク発生を8月14日に遅らせることができた。すなわち7日間の遅れを生じたが、98年洪水では分洪を行っておらず、宜昌での最大のピークが8月16日で漢口では4日遅れの8月20日頃にこのピークが伝播している。漢口における98年洪水は7月～9月初旬に5回の明確な流量ピークが発生している。宜昌での8月期の流量が大きく、大きな流量の継続時間も長かったことの影響が漢口でもでており、8月下旬から9月初旬にかけて54年洪水よりも大きな流量となっている。

Table 8は各水文観測站における54年洪水の最大流量、98年洪水の最大流量と発生日および既往最大流量の発生日を示したものである(水利部水利信息中心資料,1998,植田・山口,1998等)。同表より、寸灘(Cuntan),沙市,および湖口を除いて54

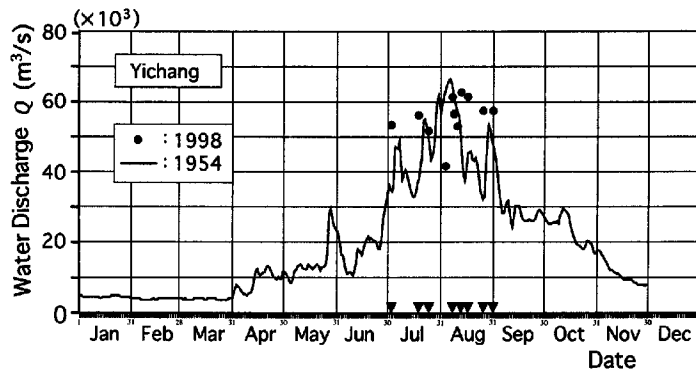


Fig.8 Water discharge at Yichang

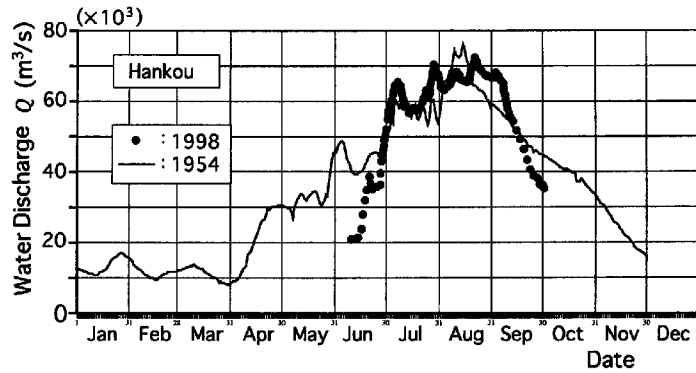


Fig.9 Water discharge at Hankou

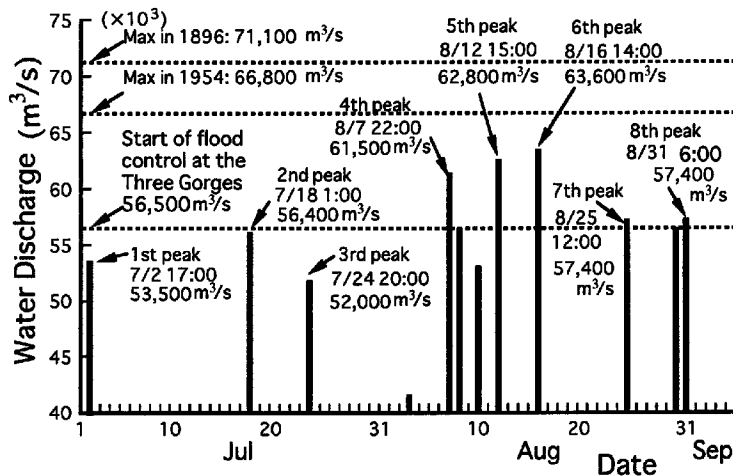


Fig.10 Discharge peaks of a 1998 flood at Yichang

年洪水の最大流量が98年の最大流量より大きくなっていることがわかる。ただし、城陵磯の流量は洞庭湖から長江への流量であり、湖口の流量はポーヤン湖から長江への流量である。98年の洪水では、ポーヤン湖流域で大きな降雨があったことにより、湖口での水位、流量とも98年洪水の方が54年洪水を上回っており、既往最大も上回った。

4.5 観測資料から見た洪水の特徴

98年洪水の特徴は植田・山口(1998)によって4つにまとめられており、これを引用すると以下のようである。

- (1) 長江流域全域での洪水であった。
- (2) 本流と支流の洪水が重畳した。
- (3) 水位が高かった。
- (4) 高水位の継続時間が長かった。

植田・山口は(1)について、上流で何回も大洪水が発生したほか、ポーヤン湖に注ぐ4河川も既往最高水

Table 8 Maximum water discharge at each observation site

Observation Site	Max Discharge in 1954 flood (m ³ /s)	Max Discharge in 1998 flood (m ³ /s)	Historic Max Discharge (m ³ /s)	Remarks (DL:Wusong Point)
Cuntan	54800	58000 (8/23)	85700 (1981/7/16)	Just downstream of Chongqing Diversion :3times in 1954 flood Observation point is Guanyinsi.
Yichang	66800 (8/7)	63600 (8/16)	71100 (1896/9/6)	
Shashi	50000 (8/7)	53700 (8/17)		
Shishou				
Jianli	35600 (8/8)	45200 (8/17)	46200 (1981/7/20)	
Chenglingji	43400	36800 (8/1)	57900 (1931/7/30)	Outlet of Dongting Lake to the Changjiang
Lianhuatang	79400 (8/8)			Water level of the Changjiang after inflow from Dongting Lake
Luoshan	79900	68600 (7/27)	79900 (1954/8/7)	
Hankou	76100 (8/14)	71200	76100 (1954/8/14)	
Wuxue				
Jiujiang	(bigger than 1998 flood)	69300	75000 (1996/7/23)	According to hearing, max. discharge in 1998 flood is 73500.
Hukou	22400 (6/20)	31900	28800 (1955/6/23)	Discharge from Poyang Lake into the Changjiang River.
Anqing				
Datong	92600 (8/1)	82100	92600 (1954)	
Nanjing				

*: The data source is Water Resources Information Center, China and Ueda & Yamaguchi.

位を超え、洞庭湖に注ぐ4河川も数回大洪水が発生したほか、漢江（Hanjiang）、清江（Qingjiang）等の支流も数回大洪水が発生したことよるとしている。(2)については、ここでも述べたように、ポーヤン湖と洞庭湖で先に大洪水が発生し、水位が下がらない状況下で長江上流で数回大洪水が発生し、中下流の洪水とこれとが重なって大洪水となったとしている。(3)については彼らはその原因を述べていないが、54年洪水と比較して98年の洪水の水位が高くなった理由として次のようなことが考えられる。

(1) 堤防の嵩上げ

荊江大堤は54年洪水以来、44年間にわたり40億m³の土砂を使用して堤防天端幅が4mから12mに広げられ、堤防高さが0.5m～1m嵩上げされてきた（54年の最高水位より2m高い）。その結果、54年当時の堤防天端高よりも今回の洪水の水位は高くなった。54年の洪水では一部で堤防を越流して氾濫しており（1000億m³の洪水が氾濫し、56ヶ所で自然破堤と人工的な破堤があった（<http://www.wuhan.net.cn/wuhan/headnews/flood/experts.htm>）、もし、54年当時の堤防が現在のように高かったならば、54年洪水はもっと水位が高かったであろう（98年の洪水では輪中への氾濫は100億m³で、54年洪水の10分の1程度）。

(2) 分洪の有無

54年の洪水では、7月22日2時20分～27日13時10分、分洪量23.5億m³、7月29日6時15分～8月1日15時55分、分洪量17.2億m³、8月1日21時40分～22日7時50分、分洪量81.9億m³の分洪を行った（速水、1957）。これは大都市の武漢を守るための手段であるが、当時、武漢の堤防高は29mであった。荊江分洪区

での分洪と江漢平原での分洪により、洪水ピークの到達を7日間遅らせることが出来た。この間に武漢市の堤防を2m～3m高くして洪水ピークに備え、結局ピーク水位は29.73mで、放置しておけば洪水は堤防を越流して、武漢市は湖と化したと言われている（<http://www.wuhan.net.cn/wuhan/headnews/flood/experts.htm>）。結局、武漢市と荊江大堤以外の江漢平原は水没した。

このように、54年の洪水では複数地点で分洪しているために水位を下げる事ができた。98年洪水では、分洪区より上流の流量と降雨状況から判断して、洪水ピークが尖っていて危険水位となる期間が短いことや（危険水位の45mを超える洪水量は約3億m³程度で、分洪によって数cmの水位低下しか期待できない）、分洪による水位低下効果に比して経済上の損失が大きすぎる（農業や工業の被害だけでなく50万人の居住者の内2/3が移住する必要がある。残りの1/3は安全区という非浸水区域に居住）という理由等から分洪されなかった（分洪区が水没することによる被害補償の折り合いがつかなかったことも分洪しなかった理由であるとの意見もあるが、水利部の見解によると、現時点で分洪に関して正式な補償制度はなく、中央政府の決定に対して地方は従わざるを得ないので、補償額の折り合いが付かなかったというのは間違いである、とのことであった）。したがって、分洪しなかった分だけ流量および水位は大きくなったものと考えられる。

(3) 内水排除の影響

54年の洪水では武漢市と荊江大堤だけが水面上に出るくらいの大氾濫が生じたが、ポンプ排水などで氾濫水を長江に排水することはされなかった。一

方、98年の洪水では、武漢市内でも時間雨量80mm、7月20日～7月23日の4日間で600mm（54時間で435mm）の集中豪雨があり、内水により武漢市内は浸水した。この時点では長江の水位はあまり高くなく、ポンプをフル稼働して内水を全て長江に排除した。7月26日の衛星画像からみると、5日間で75.25万ムーの面積が排水されたという（<http://www.wuhan.net.cn/wuhan/headnews/flood/experts.htm>）。ポンプの総稼働能力は1.2万m³/sで、合計52億m³の内水が5日間で長江に排除された。その後、水位が危険レベルに達したため、長江への内水排除は禁止された。このように、54年洪水と98年洪水とでは、内水排除の負荷が長江にかかるか、かからないかといった違いもあって、その度合いの評価は困難であるが、少なくとも武漢下流に対しては多少の水位上昇を引き起こした可能性がある。

(4) 河道の疎通能力の低下

長江本川の河道内に輪中が多数建設され、これが洪水の疎通能力を著しく低下させ、水位上昇を引き起こしたことが考えられる。また、武漢やその他の都市部では、堤外地に大規模なビルや多くの中小規模の建物が建設されている。例えばPhoto 8は武漢市の洪水防御壁にそって撮られた写真（植田による。1998年8月31日撮影）であるが、左側が堤外地で浸水していて大規模なビルが建てられていることがわかる。これらの構造物は流水断面積を減少させるだけでなく、流れに対する抵抗ともなるので、水位上昇をもたらす大きな要因と考えられる。54年当時には、ビルなどの大型建造物はほとんど無かったと考えられるから、この影響もほとんど無かったものと思われる。

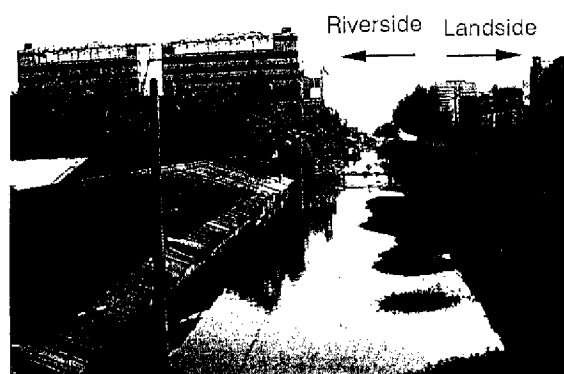


Photo 8 Inundation on the riverside land at Wuhan

(5) 洞庭湖とポーヤン湖の水位上昇

洞庭湖の流域にもポーヤン湖流域での降雨と同様の降雨がほぼ同一時期に発生し、洞庭湖とポーヤン湖の水位を上昇させたことは間違いない。洞庭湖では、これに流入する4本の川、湘水（Xiangshui）、資水（Zishui）、沅水（Yuanshui）、および澧水（Lishui）

の洪水ピークが長江の洪水ピークと重なったことで、長期間に渡って高い水位を維持し、水位が低下しなかった。Fig.7からも分かるように、ポーヤン湖の水位上昇による背水の影響で、武漢～湖口間の水面勾配が緩くなり、この区間でも水位が高くなったと考えられる。ただ、九江で破堤氾濫があったため、これが流量と水位の低下にそれぞれどのように影響したかは、破堤氾濫を考慮した洪水追跡計算を行わないとよく分からないところである。一方、洞庭湖の水位上昇の影響は、これより上流の水面勾配（特に沙市～監利間）が緩くなっていることから明らかである。

(6) 長江の河床上昇

宜昌から沙市の間では過去40年間で長江の河床は低下しているが、沙市から下流では河床が上昇しており、湖北平原の標高より約5m程度河床が高くなっていると言われている。このことが水位を高くした一因と考えられる。

(7) 洞庭湖とポーヤン湖の湖水面積の減少と土砂堆積による貯水量の減少

洞庭湖は、1825年までは湖としての形を維持していたが、その後干拓が進行して1978年には西洞庭湖、南洞庭湖、東洞庭湖の3つに分かれ、一種の流路網の中の幅広い河道のような状態になった。Fig.5で見たように1949年の洞庭湖の面積は4,350km²であったが、1995年には2,625km²と、約6割にまで減少した。これは主に、農地および宅地を開発するために、湖の一部を輪中で囲って干拓が拡大したからである。ポーヤン湖についても洞庭湖と同様、干拓によって湖水面積が減少しており、洪水調節効果が低下していると考えられる。さらに洞庭湖では年間約1億m³の土砂堆積があって、これにより湖底が上昇して貯水容量が低下し、水位上昇が生じたものと考えられる。

これら以外の特徴として、98年の洪水は54年の洪水と比較して、流量については多くの水文観測站で小さかったが、逆に水位は高くなったことが挙げられる。その理由として上記の(4)～(7)が考えられる。

4.6 洪水氾濫の実態

1998年の洪水は上述したように、流量の割には水位が高く、特にyuanと言われている輪中などで堤防の決壊や越流氾濫が多数発生したが、長江本川での破堤氾濫は、江西省九江市の一カ所のみであった。Fig.11は、98年洪水による江漢平原周辺の氾濫状況を示したものである（武漢測絵大学の衛星画像による。<http://www.wtusmedu.cn/khjjz.htm>）。yuanで

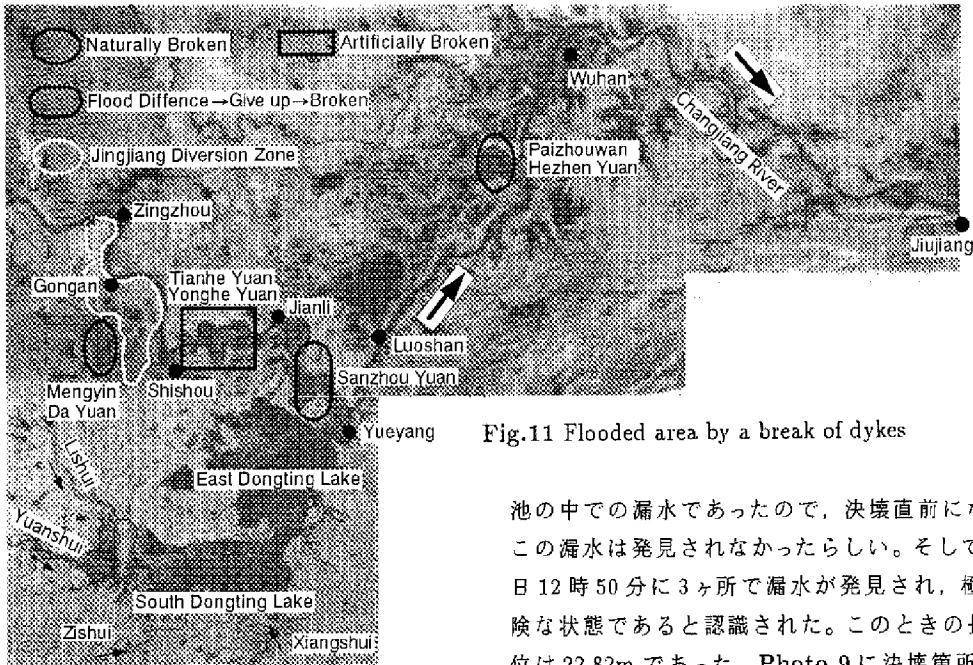


Fig.11 Flooded area by a break of dykes

池の中での漏水であったので、決壊直前になるまでこの漏水は発見されなかったらしい。そして、8月7日12時50分に3ヶ所で漏水が発見され、極めて危険な状態であると認識された。このときの長江の水位は22.82mであった。Photo 9に決壊箇所を示す。埠頭の⑥の辺りが決壊箇所である。

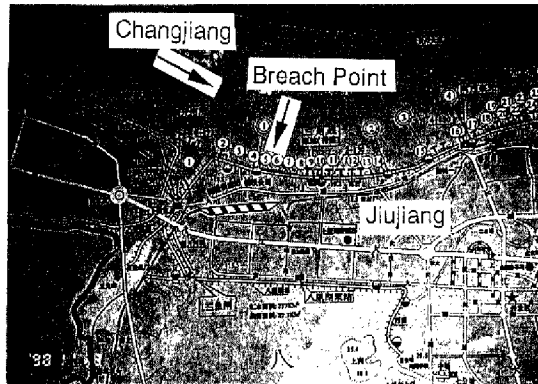


Photo 9 Breach point at Jiujiang

江西省の水利庁は200人程度で土嚢積み等に対応したが効果はなく、ついに14時頃に約6mの幅で決壊した（Photo 10）。その後約800人の軍隊が派遣されたが、15時頃には決壊口は40mに拡大し、最終



Photo 10 Breach of a dyke at Jiujiang

的に60mに達した。決壊口からの流出流量は約300~400m³/s程度であった。この決壊による氾濫が生じるより以前の8月2日に54年の最高水位を上回る

の破堤氾濫に関して、湖北省嘉魚県牌洲湾合鎮 yuan（Hezhen Yuan）と公安県孟溪大 yuan（Mengyinda Yuan）では、突然に輪中堤が決壊（潰口）して洪水氾濫が発生した。また、同省石首市張智 yuan（Zhangzhi Yuan）、監利県三洲 yuan（Sanzhou Yuan）では水防活動を展開していたが、危険性が高まってきたためその場を放棄し、破堤氾濫に至った。さらに、石首市天合 yuan（Tianhe Yuan）と永合 yuan（Yonghe Yuan）においては人工的に輪中堤を破壊（破口）し、遊水を図った。そのほか、監利近傍の長江本川にある中洲の小集成（Xiaojicheng）では2000世帯9000人が被害を受け、また、湖口付近の江心洲（Jiangxinzhou）では輪中が完全に水没し4万人が被害を受け、4名が死亡するなど、長江本川の中洲に立地する輪中での氾濫が顕著であった。なお、小集成ではここを放棄して移住することが決まっている。

長江本川堤（長江大堤）で唯一破堤氾濫が発生した九江での破堤氾濫の状況は以下のものであった。九江の堤防（長江右岸）は54洪水の最高水位である23.25mを対象として設計され、まず1966年に24mの土堰堤を完成させ、その後1995年には土堰堤の上にコンクリート製のパラペットを設置して、高さ25.25m余裕高2mの堤防を完成させていた。決壊地点の堤内地はもともと龍開河（Longkaihe）という河道を2~3年前に埋め立てて出来たものであり、埋立後には製鉄所が建てられ、旧河道のなごりとして堤内地に池が残っていた（水面の標高は16m、面積5ム、平均水深3m程度）。堤防の決壊前にこの池でパイピングがあり、決壊直前には池の水面から噴水のように水が吹きあがったという。しかしながら、

水位 23.03m を記録し、22m を上回る水位が 40 日間続いていた。仮締め切りを試みるために、船を破堤口に横付けして沈めようとしたが失敗し、2 隻の船が堤内地に流入した。15 時 40 分頃に、長さ 80m で 1500 トン級の石炭船を用いることによって締め切ることが出来たが、依然として 200m³/s 程度の流出があった。そこで、この船の前後も船を沈めて漏水を防いだ。合計 10 隻程度の船が沈められたという。それでもなお 50m³/s 程度の漏水が続いたが、8 月 10 日に完全に締め切ることができた (Photo 11, 九江市郵票公司発行の絵葉書集「滄海橫流 英雄浩歌」より引用)。

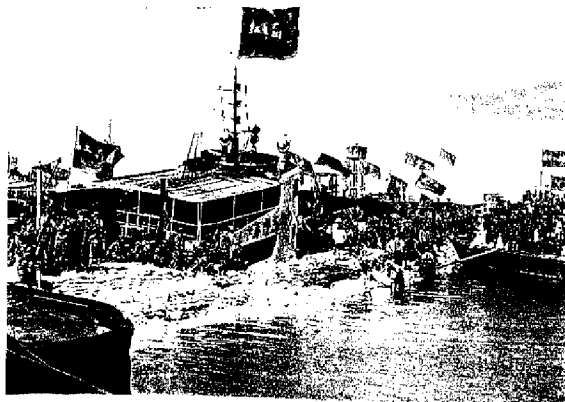


Photo 11 Closing of a breach point by using ships at Jiujiang

決壊後、旧河道の埋め立て地の上に 24 時間で 2 次堤を築くとともに、池を埋め立て、製鉄所周辺に第 3 次堤防を建設して安全を期した。結局、この破堤氾濫で新興市街地の 7km² のうち、6km² が浸水したが、死傷者は出なかった。現地調査に訪れたときには現場は Photo 12 のような状況であった。同写真の右には長江本堤のパラペットが見える。また、写真中央部奥には本堤の盛り土部分が見え、左上の白い帯状のものが 2 次堤である。Photo 13 は本堤の盛り土部分を掘削した跡であり、砂質シルトでできた旧堤の上に同質のシルト層で 1m 程度嵩上げし、さらにその上に粘土による嵩上げをしていた。



Photo 12 Breach point after the disaster at Jiujiang

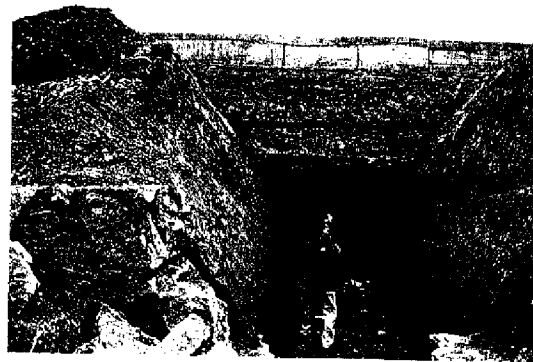


Photo 13 Cross-section of a dyke at Jiujiang

九江市は長江の湾曲部外岸側 (右岸側) に位置し、侵食傾向にあって、河岸の崩壊が多発しているところである。長江にはこのような場所が多数存在しており、そこでの治水安全度をどのように高めていくかが大きな課題である。

5. 洪水対策

5.1 防洪法

98 年洪水ではこの年の 1 月に施行された「防洪法」が大きな威力を発揮したと言われている。その細目は未了であり、今回の洪水が細目を決める段階で有用な情報を与えると期待されている。「防洪法」の他、中国の河川法体系については和田 (1999) がまとめているのでこれを参照願いたい。「防洪法」の特徴をまとめると以下のようなものである (玉井, 1999b)。

- ① 水位がある高さになると緊急事態を宣言できる。
- ② 緊急事態においては水防活動を全人民の義務とする。
- ③ 行政関係者の責任体制を明確にしている。
- ④ 国家防汛抗旱総指揮部 (総指揮: 副首相, 副総指揮: 水利部長) を臨時に設け、軍、役所、民間を統一的に指揮する。
- ⑤ 高水位になると舟運を停止できる (波浪の防止)。
- ⑥ 障害物を撤去できる条項がある。

この防洪法は九江での破堤口の仮締め切の際にも適用され、上述したように民間の船を徴用する事ができた。この補償金の総額は約 300 万元 (当時のレートで日本円に換算すると約 4000 万円) である。

5.2 今後の対策方針

ようやく洪水もおさまった 1998 年 8 月末、朱 鎔基首相から漢字 4 文字で 8 項目の対策の方針が発表された (32 文字の方針)。8 つの項目は 2 つずつ計 4 つにまとめられ、以下のようなものである。

- ① 封山植樹: 伐採のための入山を禁じ、荒廃地には植樹する。

退耕還林：急傾斜地の耕地を森林に戻す。

- ② 退田還湖：干拓田を湖に戻す。
平垸行洪：輪中堤を撤去し、洪水を円滑に流す。
- ③ 以工代賑：納税する代わりに河川工事に従事する。
移民建鎮：移住して新しい町を建設する。
- ④ 加固干堤：堤防を強固にする。
疏浚河道：川底を浚渫して疎通航をあげる。
これに加えて水利部から次の3つの提言がなされ、合計7つが政府の政策と言われている。
- ⑤ 分蓄洪区の安全区、安全楼など、避難地を充実させる。
- ⑥ 貯水池を建設する。
- ⑦ 補償制度や保険などのソフト対策を充実させる。

以上の対策方針は単なる政治的スローガンでなく具体的な対策事業であることが、現地調査を行った際にも感じられた。

6. 結 語

98年の洪水は大規模な割には被害が最小限に抑えられたというのは事実であろう。堤防の強化と嵩上げによって洪水を河道内に閉じこめることができたことが大きな理由である。著者らが長江水利委員会に対して「荊江大堤から越水氾濫あるいは破堤氾濫した場合を想定した対応が考えられているか」と質問したところ、「分洪区等を使って絶対に堤防を守る」という回答を得た。荊江大堤は700万人の命を守っているが、避難施設は分洪区よりもさらに不十分と考えられるので、今後ソフト対策の充実も図られる必要がある。

長江水利委員会によると、98年洪水の際にも分洪が計画されていたので荊江分洪区では8月6日に安全区以外の住民30万人に対し避難命令が出され、安全区内の住民には避難準備命令が出された（実際には安全区内の住民も避難した）。避難命令が解除されていないにも係わらず、水位が44m以下になった段階で避難住民が分洪区に戻ったが、その後水位が再び上昇したため16日には全住民に対して避難命令が出された。分洪区は現在では経済的にも発展し、建設当初と比べると安全区以外にも30万人が生活していることから分洪による経済的損失や生命の危険性が顕在化している。安全施設建設の遅れや補償制度の整備の遅れにより、簡単には分洪しにくい状況になっているのは事実であろう。なお、分洪区では免税措置がとられて優遇されており、分洪によって被害が出たときにさらに補償するというのは問題で

あり、制度的な整合をさらに図る必要がある。これに対して保険制度の導入も考えられているが、分洪区の住民は貧しくて掛け金を低くすると保険会社が損をすることになって保険制度そのものが成り立たないとも言われており、これについては更なる検討が必要であろう。

ここでは、解析に足る資料を入手できていないこともあって、洪水の概略を紹介するにとどまったが、今後資料が入手できれば解析を行っていきたいと考えている。1998年の洪水の特徴、被害の概要、長江の治水計画の概要、今後の対策等についてはある程度実態をつかむことができたと考えている。

謝 辞

現地調査を行うにあたり、土木学会および河川環境管理財団の協力を得た。また、京都大学防災研究所研究員の張 小峰博士（武漢水利電力大学助教授）には種々の情報を提供していただいた。JICAの植田 彰・山口昌広の両氏にも多くの情報を提供していただいた。ここに記して深謝する。

参考文献

- 武漢測繪大学衛星画像による氾濫状況：
<http://www.wtusmedu.cn/khjz.htm>
- 長江日報(1998)：<http://www.wuhan.net.cn/wuhan/headnews/flood/experts.htm>
- 長江水利委員会：举世矚目的三峡工程，長江水利委員会宣伝新聞中心・中国图片湖北分社編輯，発行，13p.
- 速水頌一郎(1957)：1954年の揚子江大洪水について，京都大学防災研究所年報，第1号，pp.79-91.
- Hu Yalin(1998)：The Flood and Flood Defence in Changjiang River and Songhuajiang River Basins, ISWID, pp.1-16.
- 人民日報(1998)：<http://www.peopledaily.com.cn>
- 洪 慶余主編(1998)：長江卷，長江水利委員会，pp.1-4.
- 中川 一・吉村 佐・中山 修(1999)：洪水の実態と被害，1998年長江・松花江の洪水に関する国際シンポジウム講演集，pp.27-51.
- 沖 大幹(1999)：気象水文概況，1998年長江・松花江の洪水に関する国際シンポジウム講演集，pp.17-26.
- 水利部水利信息中心(1998)：Fang Xun Yu Kang Han, 第34期.
- 玉井信行(1999a)：長江の概要と洪水の特徴，1998年長江・松花江の洪水に関する国際シンポジウム講演集，pp.3-16.

玉井信行(1999b) : 1998年長江洪水調査団速報 土木学会水理委員会・北京水利学会共同調査, 土木学会誌, Vol.84, 4, pp.48-51.
程 晓陶(1999) : 京都大学防災研究所講演会資料.
植田 彰・山口昌広(1998) : 1998年長江大洪水にお

けるダムの治水効果について, ダム技術, No.145.
和田一範(1999) : 中国の河川法体系と, 98長江洪水において防洪法の果たした役割, 1998年長江・松花江の洪水に関する国際シンポジウム講演集, pp.69-79.

Flood Disaster of the Changjiang River in 1998

Hajime NAKAGAWA, Nobuyuki TAMAI*, Taikan OKI**, Tasuku YOSHIMURA*** and Osamu NAKAYAMA****

* Department of Civil Engineering, University of Tokyo

** Institute of Industrial Science, University of Tokyo

*** Foundation of River and Watershed Environment Management

**** Japan Institute of Construction Engineering

Synopsis

A great flood occurred at the Changjiang River, China in July and August, 1998. The primary cause of the flood is an extraordinary heavy rainfall brought by the subtropical high which moved along the Changjiang River. Owing to the rainfall, a flood runoff at the upstream fell on the runoff at the downstream, resulting in the great flood of a long duration. The decrease of water storage capacity of the Dongting Lake and Poyang Lake due to reclamation also magnified the flood scale. A flood water level was higher comparing the flood water discharge due to decrease of flood discharge capacity by the construction of a large number of buildings and circle levees which are called as "yuan" in Chinese in the riverside lands, as well as due to aggradation of the river bed. In this paper, the results obtained by the hearing and the field survey concerning the cause of the great flood, flood control planning of the Changjiang River, the aspects of flood and flood disasters, and countermeasures in future, are reported.

Keywords: China, Changjiang River, flood in 1998, field survey, countermeasures against flood disaster