

長江の治水計画と主要治水施設

By

王 義成 (Yicheng Wang)

Ph.D, P.E.(USA), Prof.

中国水利水電科学研究院

防洪減災研究所

2005年8月2日

長江の治水計画と主要治水施設

長江流域の概要

長江流域の気象・水文特徴

長江洪水の歴史と重点治水地域

長江の治水計画と主要治水施設

1998年洪水後の治水政策転換

長江洪水管理の問題点と課題

I. 長江流域の概要

中国の最大河川

全長：6,300km、世界第3位の長さ

流域面積：180万km²



上流：宜昌より上流

長さ4,500km

流域面積100万km²

中流：宜昌-湖口

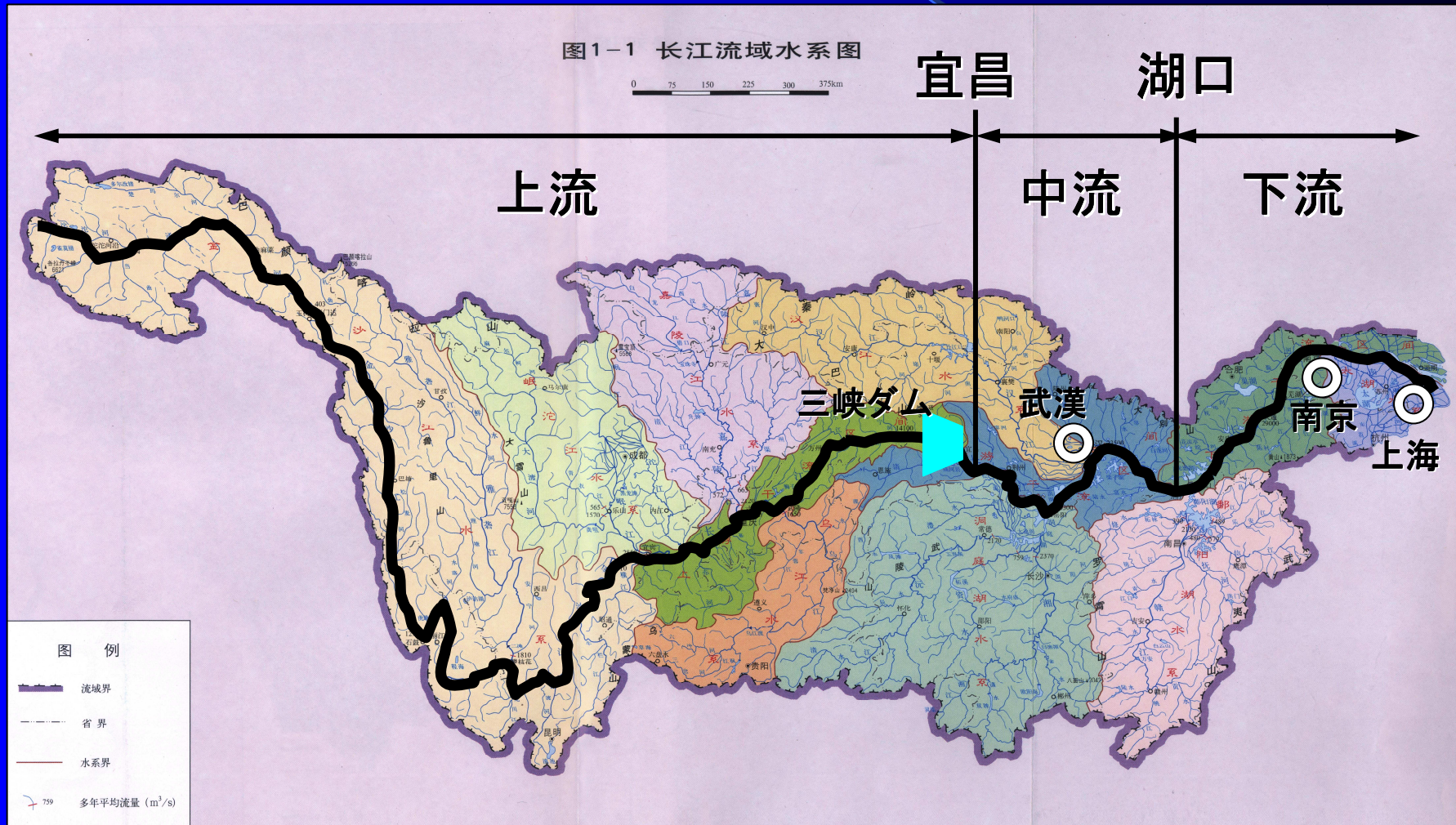
長さ960km

流域面積68万km²

下流：湖口より下流

長さ840km

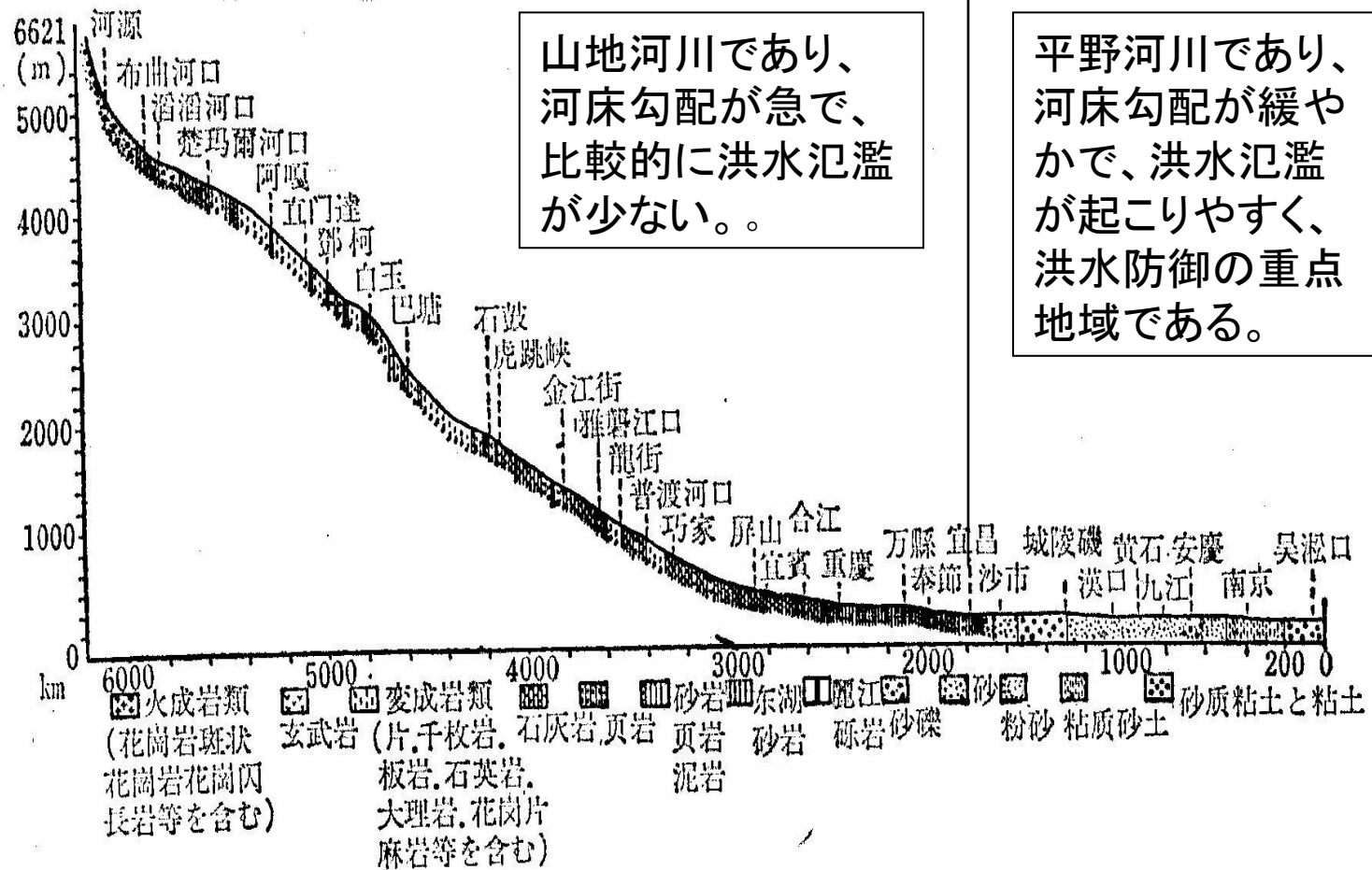
流域面積12万km²



上流

宜昌

中下流



長江本川縦断面図

右岸(順番:下流から上流へ)	左岸(順番:下流から上流へ)	本川(順番:下流から上流へ)
1. 太湖流域	1. 漢江流域	1. 下流区域
2. ボーヤン湖流域	2. 嘉陵江流域	2. 中流区域
3. 洞庭湖流域	3. ミントウ江流域	3. 上流区域
4. 烏江流域		4. 金沙江流域

图1-1 长江流域水系图

0 75 150 225 300 375km



流域面積が8万km²以上の支川

小流域名	支川名	流域面積 (km ²)	年平均流量 (m ³ /s)	河道延長 (km)	落差 (m)
金沙江	雅砻江	128,000	1,914	1,637	4,420
ミントウ江	ミントウ江	133,000	2,850	735	3,560
嘉陵江	嘉陵江	160,000	2,120	1,120	2,300
烏江	烏江	87,920	1,690	1,037	2,124
洞庭湖	湘江	93,376	2,070	844	756
洞庭湖	沅江	88,451	2,070	1,022	1,462
漢江	漢江	159,000	1,640	1,577	1,962
ポウヤン湖	幹江	80,948	2,130	751	973

長江中下流の主要の湖

湖の名前	位置	水位 (m)	面積 (km ²)	容量 (億 m ³)	平均水深 (m)
ポウヤン湖	江西省	21.0	3,583	248.9	6.9
洞庭湖	湖南省	33.5	2,623	167.0	6.4
太湖	江蘇省	3.1	2,425	51.5	2.1
巢湖	安徽省	10.0	820	36.0	4.4
洪湖	湖北省	25.0	402	7.5	1.9
梁子湖	湖北省	17.0	334	5.7	1.7

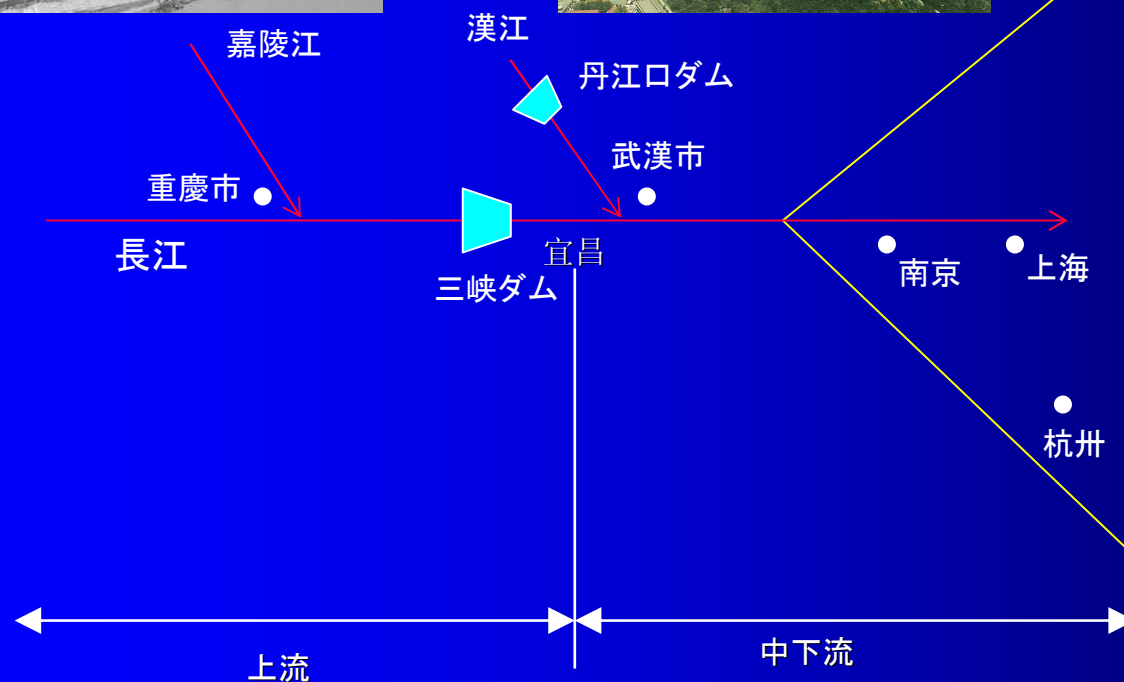
長江の水資源

中国7大河川の比較

河川名	長さ (k m)	流域面積 (k m ²)	平均年間流出量 (10 ⁸ m ³)	中国総水資源 に占める割合	备注
長江	6,300	1,808,500	9,755	34.7%	南部河川
黄河	5,464	752,443	570	2.0%	北部河川
松花江	2,308	557,180	742	2.6%	北部河川
珠江	2,214	453,690	3,360	11.9%	南部河川
遼河	1,390	228,960	148	0.5%	北部河川
海河	1,090	263,631	264	0.9%	北部河川
ワイ河	1,000	269,283	351	1.2%	北部河川

長江流域の経済

全流域の総生産高は全国の40%近くを占めており、中下流の総生産高は流域全体の75%を占めている。



←「長江三角洲」と呼ばれており、経済発展が最も速い地域である

長江の舟運

長江は国内で舟運が最も発達した河川で、特に長江本川は「黄金水路」と言われている



II. 長江流域の気象・水文特徴

1. 降雨特徴

長江流域はモンスーンの影響を受ける地域にあり、春夏秋冬の四季がはっきりしている

洪水を引き起こすのが豪雨である

豪雨の分類:

日降雨量 > 50mm : 豪雨

日降雨量=100~200mm : 大豪雨

日降雨量 > 200mm : 特大豪雨

豪雨の発生時期:

上流域 : 4-10月

中下流域 : 2-11月

2. 洪水特徴

1) 洪水発生の原因

長江流域の洪水のほとんどが豪雨で起こる。

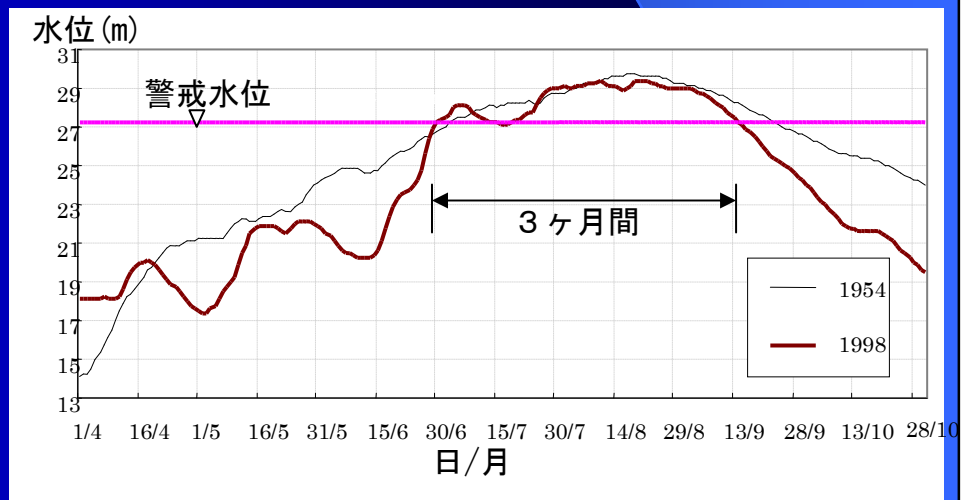
2) 洪水発生 の 時期

洪水と豪雨の時間・空間分布が一致している。

洪水期：4～10月，主要洪水期間：6～8月

3) 洪水規模と継続時間

長江洪水のピーク流量とボリュームが大きく、継続時間が長い。例えば、宜昌での流量は平均として2年に一回50,000m³/sを超えている。54年と98年洪水の継続時間は3ヶ月を超えた。



54年と98年洪水の水位曲線(漢口水文観測所)

4) 洪水の種類

①洪水の発生時期

一般には、上流より中下流のほうが早く、左岸支川より右岸支川のほうが早い。

②洪水の重ねあい

異常天気で、上流と中下流の洪水、左岸と右岸の洪水が重ねあうと、本川には98年のような大洪水が発生する。

③洪水のタイプ

局地洪水：豪雨が一部の地域に集中して、他の地域に降雨量が少ない場合、局地洪水が発生する。

全流域大洪水：全流域に豪雨が降り、上流と中下流の洪水、左岸と右岸の洪水が重ねあうと、全流域大洪水が発生する。

III. 長江の洪水歴史と重点治水地域

1. 長江の歴史洪水

長江の歴史洪水には、実測の歴史洪水と歴史痕跡水位調査による歴史洪水の2種類がある。

長江の水文観測の歴史が長いが、本格的に水文観測を始めたのは新中国建国の年の1949年であった。

長江水文観測の歴史

1865年	漢口水位観測開始
1873年	上海雨量観測開始
1922年	漢口、九江、湖口、大通の流量観測開始
1949年（本格的な水文観測の開始）	水文観測所104箇所、水位観測所219箇所、雨量観測所19箇所
1990年	水文観測所823箇所、水位観測所456箇所、雨量観測所5106箇所

長江水文観測の歴史は50年程度だけであるから、1/50の洪水より大きい設計洪水等を精確に算出するために歴史痕跡水位調査による歴史大洪水の流量を推定する必要がある。

主要歴史大洪水

	歴史洪水	宜昌観測所ピーク) 流量 (m ³ /s	順位 (大— 小)
痕跡水位調査による 歴史大洪水	1153年洪水	92, 800	4
	1227年洪水	96, 300	2
	1560年洪水	93, 600	3
	1613年洪水	81, 000	8
	1788年洪水	86, 000	6
	1796年洪水	82, 200	7
	1860年洪水	92, 500	5
	1870年洪水	105, 000	1
実測大洪水	1931年洪水	64, 600	
	1935年洪水	56, 900	
	1949年洪水	58, 100	
	1954年洪水	66, 800	
	1998年洪水	63, 300	

1870年洪水は、約1/800の洪水と推定されている。 1954年洪水は、20世紀の最大洪水である。

2.長江の治水重点地域

(1) 長江上流域（洪水被害が比較的少ない地域）

長江上流域の洪水は長江の支川で発生し、その特徴は日本の洪水に良く似ている。即ち、上流域の支川の河床勾配が急で、洪水到達時間が早い。このため、鉄砲水や土石流がよく発生する。しかし、上流域において、局地洪水が発生するだけで、その影響範囲が限定されるため、あまり治水工事を行っていないのが実情である。

(2) 長江中下流域（洪水防御の重点地域）

長江中下流域は、長江上流本川と中下流支川の土砂が長期にわたって堆積して形成された沖積平野である。地形的には洪水が発生しやすく、中国の中で洪水の発生頻度と被害程度が最も高い地域の一つである。さらに、中下流域に人口と資産が集中しており、大洪水による破堤や溢水が起こると、中下流域のみならず中国全体の社会経済に壊滅的な打撃を与える。このため、長江中下流域は洪水防御の重点地域である。

(3) 長江中下流の最上流一荆江河道区間（最重要治水地域）

湖北省の枝城から湖南省の城陵磯までの長さ約400kmの河道区間を荆江と呼ぶ。さらに枝城から藕池口までを上荆江、藕池口から城陵磯までを下荆江としている。荆江は山地から平野に流れ出した部分にあたるため、ここで土砂が堆積しやすい。その結果、至るところで蛇行河道を形成している。特に下荆江の蛇行が著しい。



長江治水の重要河道区間一荆江

IV. 長江の治水計画と主要治水施設

1. 長江治水計画の歴史変遷

1730年以前：

氾濫原において、住民と資産が少なく、計画のない土地利用が行われた。

1730年～1920年：

氾濫原の開発利用が洪水氾濫の原因の一つであることが意識されたが、当時、中国には現代的な治水技術と手段がなく、系統的に治水計画を策定することができなかった。

1920年～1949年：

氾濫原に住民と資産が急速に増えたので、土地が足りなくなり始めた。一方、それまでに、長江で1860年、1870年、1931年と1935年のような大洪水が発生したので、湖、遊水地等、洪水調節の空間を確保する必要があった。このような状況で、当時、「蓄洪墾殖」（輪中堤を作ることにより、川の州や湖の周辺の干拓地を、大洪水の年に遊水地、中小洪水の年に田圃とする）という政策が打ち出された。この政策は、今現在の遊水地に大量の人口と資産が集中している最初の原因である。

1949年～1954年 :

1949年は、中華人民共和国の建国の年であり、丁度この年、長江に大洪水が発生した。これをきっかけに、荊江に重点を置いた長江中下流の治水計画を本格的に策定し始めた。

1951年に、3段階の長江治水戦略を立てた。第一段階：（観測データのある）歴史洪水の最高水位を目標に堤防の嵩上げと補強を行なう。第二段階：江漢平野（荊江北岸）、洞庭湖平野（荊江南岸）、武漢、ポーヤン湖平野等重点地域を洪水から守るために、段階的に遊水地を建設し、これらの重点地域の治水基準を向上させる。第三段階：社会経済発展と歩調をあわせて、計画的に長江上流本川と支川にダムを建設し、長江の洪水災害を根治させる。

1952年4月に、荊江治水情勢の緊迫性を考慮し、荊江大堤（左岸堤防）の嵩上げと補強を行なうとともに、荊江分洪区の建設を開始し、洪水期になる前に工事が終了できるように、30万人の労働者を動員し、75日という短い期間で工事を完成させた。

1954年～1998年 :

1954年に、20世紀最大の洪水が発生し、荊江分洪区へ洪水を分流し、計画的に人工破堤を行なった結果、重点堤防と重要都市が確保されたが、自然破堤箇所が多く、被害が非常に大きかった。

1955年に、中央政府は長江流域全体を計画・管理する長江水利委員会を設立することに決定し、1956に中央政府直轄の組織として正式発足させた。

1957年に、長江水利委員会は、長江流域全体の治水計画を策定し、その中で1954年洪水を治水計画の基準とし、1960年代初頭、三峡ダムを建設することを提案した。

1960年代初頭から1976年までの間、文化大革命により、全国のすべての経済活動が停滞した。

1980年代、三峡ダムが建設されるまでの暫定治水工事として堤防の嵩上げと遊水地の新規建設を行なった。1994年12月に三峡ダムの建設が始まった。

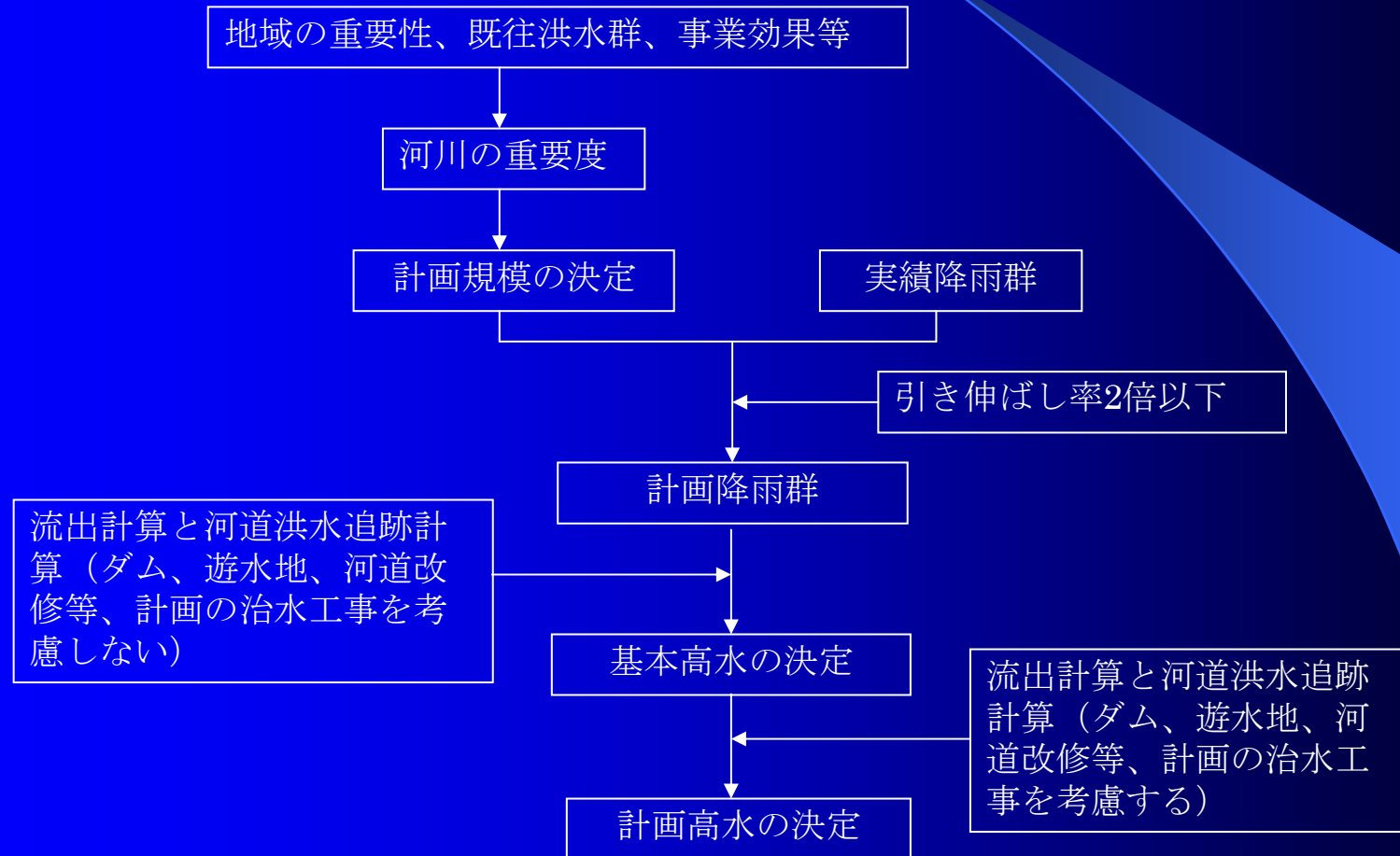
1998年以降 :

1998年に、1954年洪水に次ぐ大洪水が発生した。これをきっかけに、中国政府は、構造的対策のみに依存した従来の治水政策を、構造的対策（ハード対策）と非構造的対策（ソフト対策）を組み合わせた洪水管理政策に転換した。また、1954年洪水を防御基準とした堤防の高さを維持する方針を決めた。

2.長江の治水計画と主要治水施設

(1) 日本と中国の治水計画策定方法の相違

日本の治水計画策定方法：



中国の治水計画策定方法：

長江のような大河川で、日本の河川のように基本高水と計画高水を算出するのが困難である。その理由として、主に3つある。

①流域が大きく、降水の空間分布が極めて不均一である。同一時間帯で、大豪雨の降る地域もあれば、全然雨の降らない地域もある。

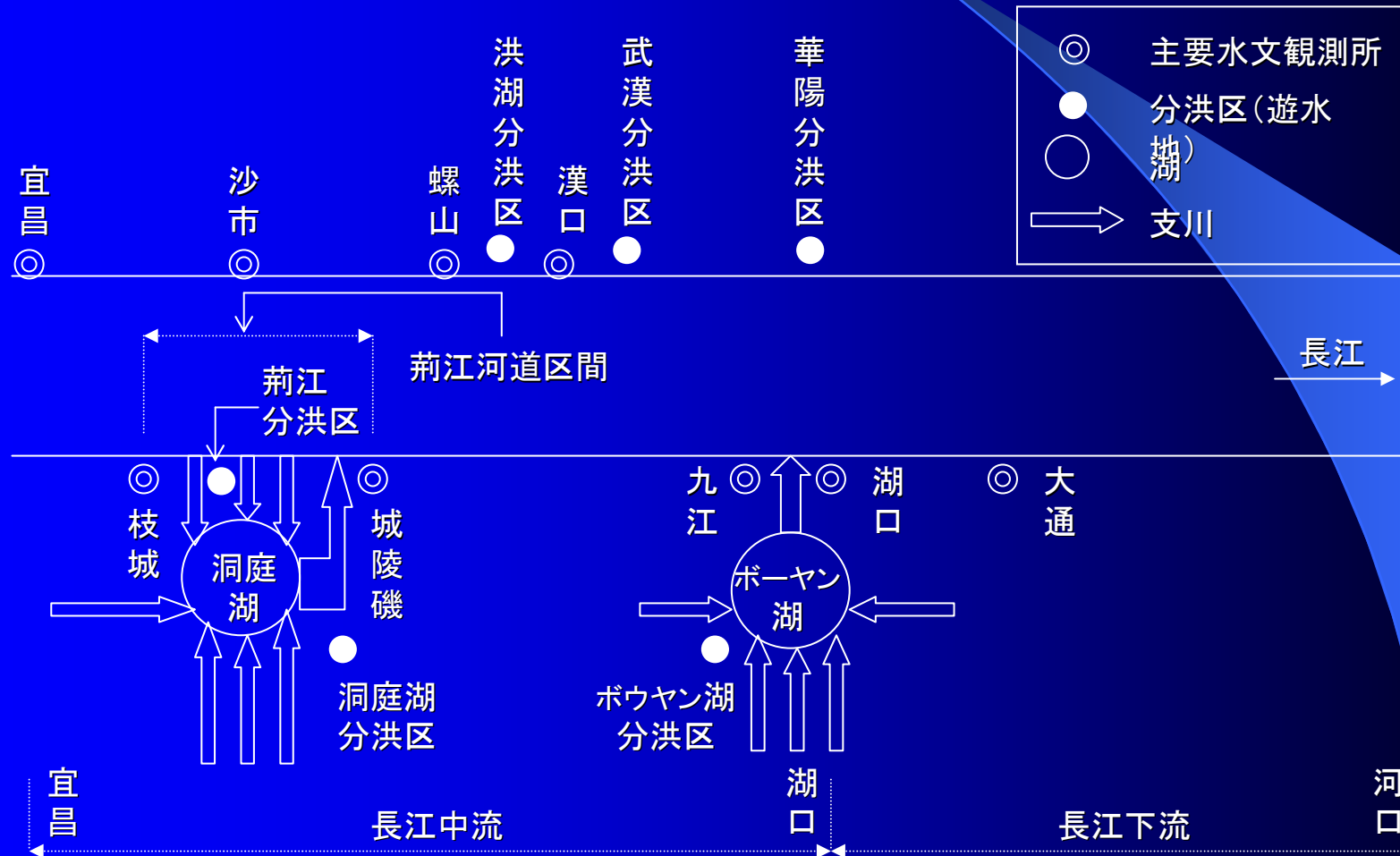
②洪水の継続時間が長く、流出量（ボリューム）が大きい。洪水の確率を算定する際、洪水ピーク流量とボリュームの両方を考慮する必要がある。

③同一洪水であっても、基準地点によって洪水確率が全然違うことがある。

よって、中国の大河川では、一般に実績最大洪水を防御基準とする。洪水再現期間は、対象地点の実測流量を用いて算出する。

(2) 長江の治水計画

長江では、観測データのある歴史最大洪水としての1954年洪水を洪水防御基準としている。この治水目標を達成するために、堤防、分洪区、ダム、河道改修等の治水施設を計画・建設してきた。



1949年以降の長江の治水基準は次の通りである。

1949—1954年：

1931年洪水を洪水防御基準とし、1931年洪水と1949年洪水の最高水位のいずれかの大きい方を堤防の設計水位とした。

1954—1998年：

1954年洪水を洪水防御基準とし、堤防の設計水位が1954年洪水の最高水位より0.5～1.0m高くなるように堤防を整備した。

1998年以降：

1998年洪水の最高水位は多くの地点で1954年洪水のそれを越えたが、堤防をさらに嵩上げすれば、潜在的な危険性が増えることから、堤防の設計水位を維持している。

長江本川主要地点の現況治水基準（洪水再現期間）

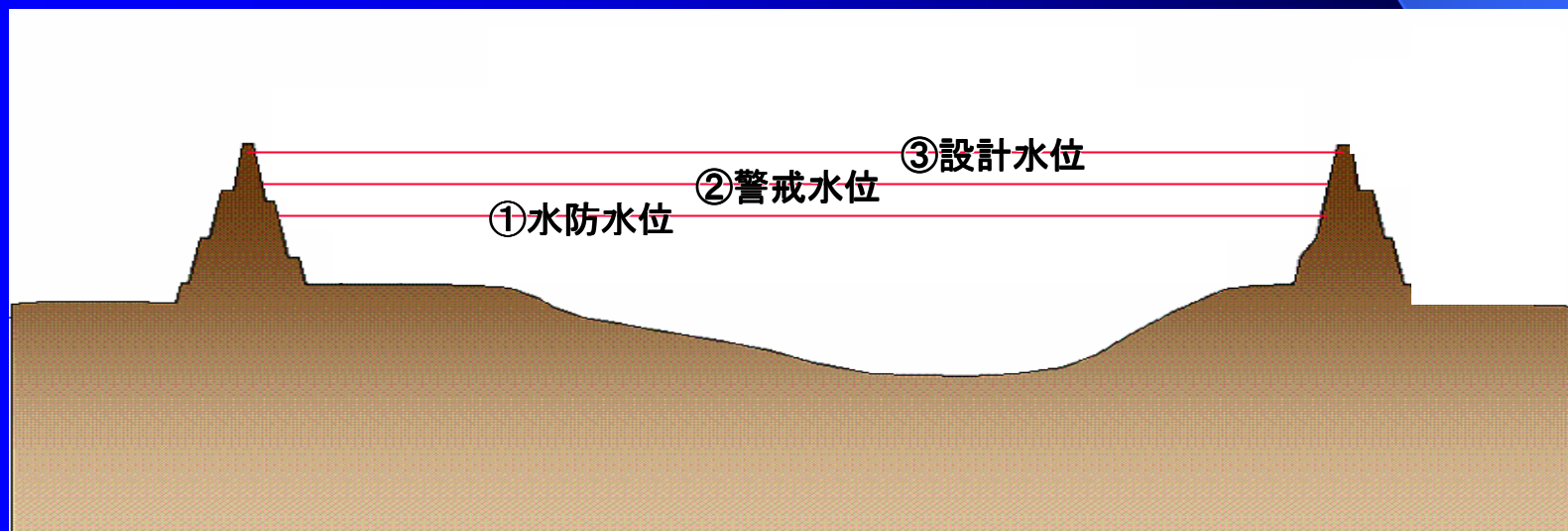
河道区間	堤防のみ	堤防+遊水地
荊江	約10年	約40年
城陵磯	約10年	約100年
武漢	20-30年	約200年
湖口	約10年	約100年

(3) 主要治水施設（堤防、分洪区、ダム、河道改修）

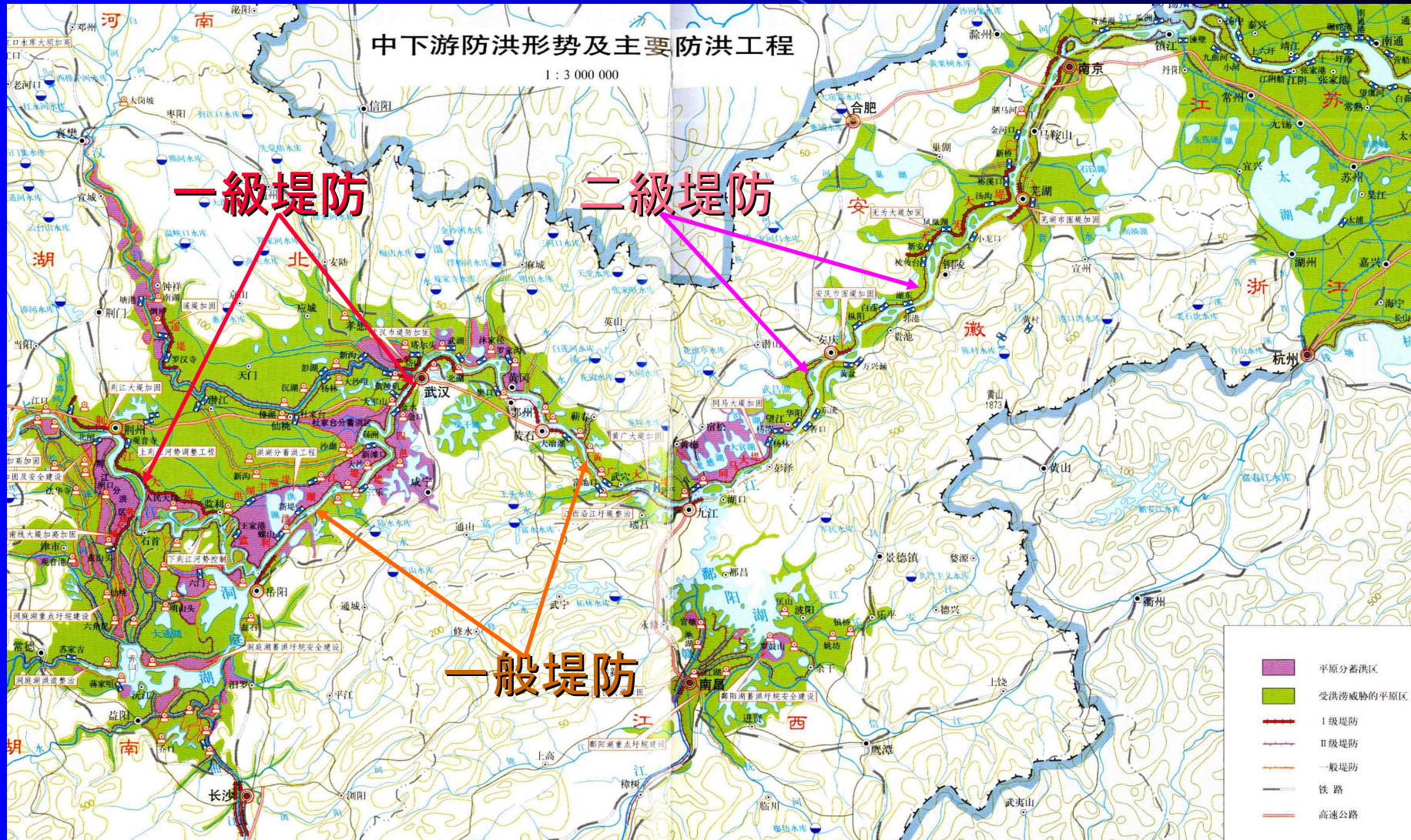
① 堤防

長江流域の堤防は、本川と支川の堤防と輪中堤の長さを合わせると、30,000kmもあり、そのうち、本川堤防の長さは3,600kmである。本川堤防は長期間にわたって少しずつ建設されてできたものである。

長江堤防には3つの重要水位がある。即ち、水防水位、警戒水位と設計水位である。



長江流域の堤防は3タイプと分類されている。**タイプ1**：I級堤防（重点堤防）。**タイプ2**：II級堤防（重要堤防）。**タイプ3**：一般堤防（輪中堤等を含む）。



現況堤防のみによる治水基準と現況河道流下能力は次の表と図に示す通りである。

長江本川主要地点の現況河道流下能力と治水基準（洪水再現期間）

河道区間	流下能力 (m ³ /s)	治水基準
荊江	約50,000	約10年
城陵磯	約60,000	約10年
武漢	約70,000	20-30年
湖口	約80,000	約10年



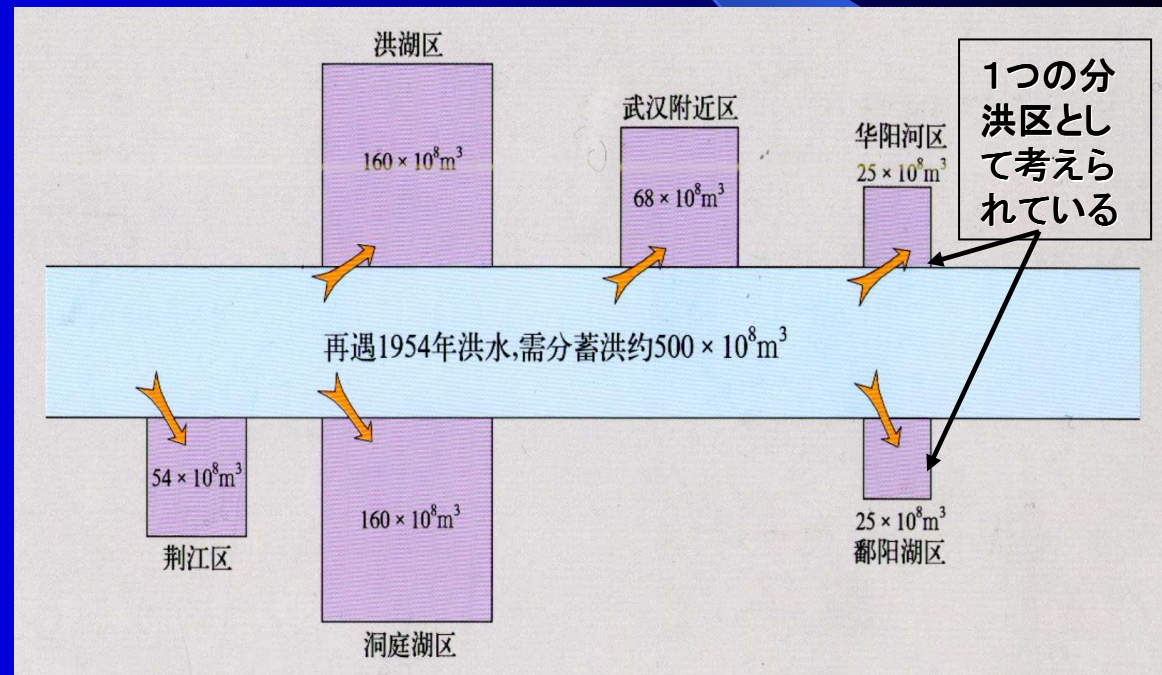
長江本川中下流の現況河道流下能力図

② 分洪区（遊水地）

1954年洪水は、荊江分洪区への分流と自然破堤による氾濫水の総量は1,023億 m^3 である。現況堤防の設計水位は1954年洪水の最高水位より0.5m～1.0m高いので、1954年洪水の約530億 m^3 の氾濫水は河道から安全に流下できる。残りの約500億 m^3 の氾濫水は遊水地で対処する。このため、1952年にできた荊江分洪区（貯水容量54億 m^3 ）とは別に1980年代前半で4つの遊水地が新規建設された。

現況堤防＋分洪区の治水基準
（洪水再現期間）

河道区間	治水基準
荊江	約40年
城陵磯	約100年
武漢	約200年
湖口	約100年



5つの分洪区（遊水地）の容量配分図

③ ダム

長江流域には4.56万個のダムがあり、その総貯水容量が1420.5億m³にも達するが、そのほとんどは灌漑と発電のために建設されたダムである。治水を主目的として建設されたダムは長江の支川—漢江にある丹江口ダムだけである。

現在建設中で2009年に完成予定の三峡ダムは、荊江を守ることを主目的とする多目的ダムであり、その治水容量は221.5億m³となる。

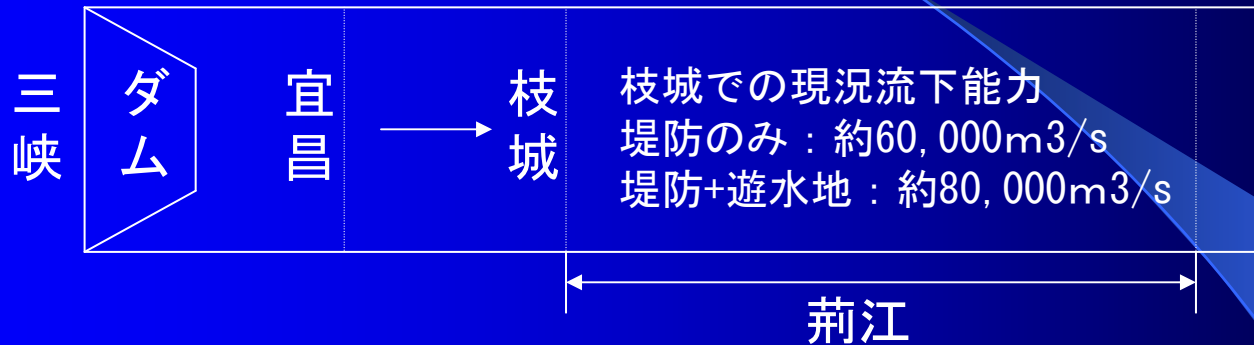
三峡ダム建設後の荊江の治水基準（洪水再現期間）

	堤防のみ	堤防＋遊水地	堤防＋三峡ダム	堤防＋遊水地＋三峡ダム
荊江	約10年	約40年	100年	約1000年



なぜ三峡ダムが必要なのか？

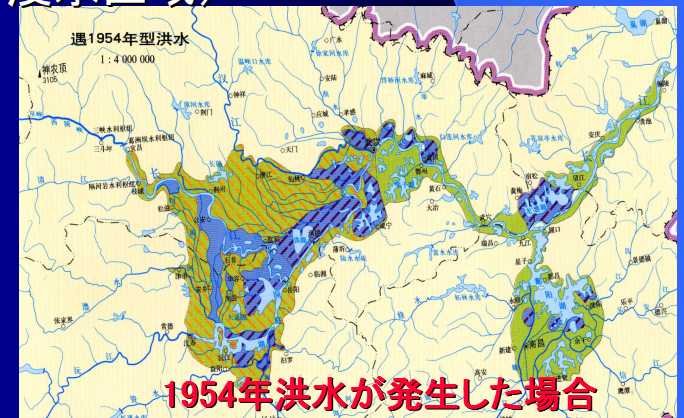
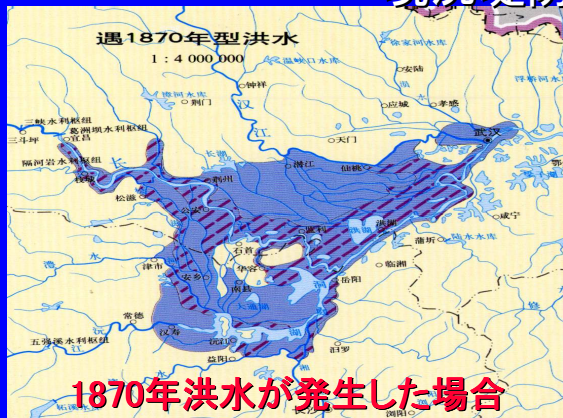
宜昌で、1153年～現在の約850年間、 $80,000\text{m}^3/\text{s}$ 以上の流量は8回発生しており、枝城で1860と1870年洪水の最大流量は $110,000\text{m}^3/\text{s}$ に達した。枝城での $80,000\text{m}^3/\text{s}$ 流量の確率再現期間は約40年である。枝城より上流は山地で遊水地を建設できないので、荊江の治水基準を40年以上とするために、三峡ダムを造る以外の治水代替案がない。



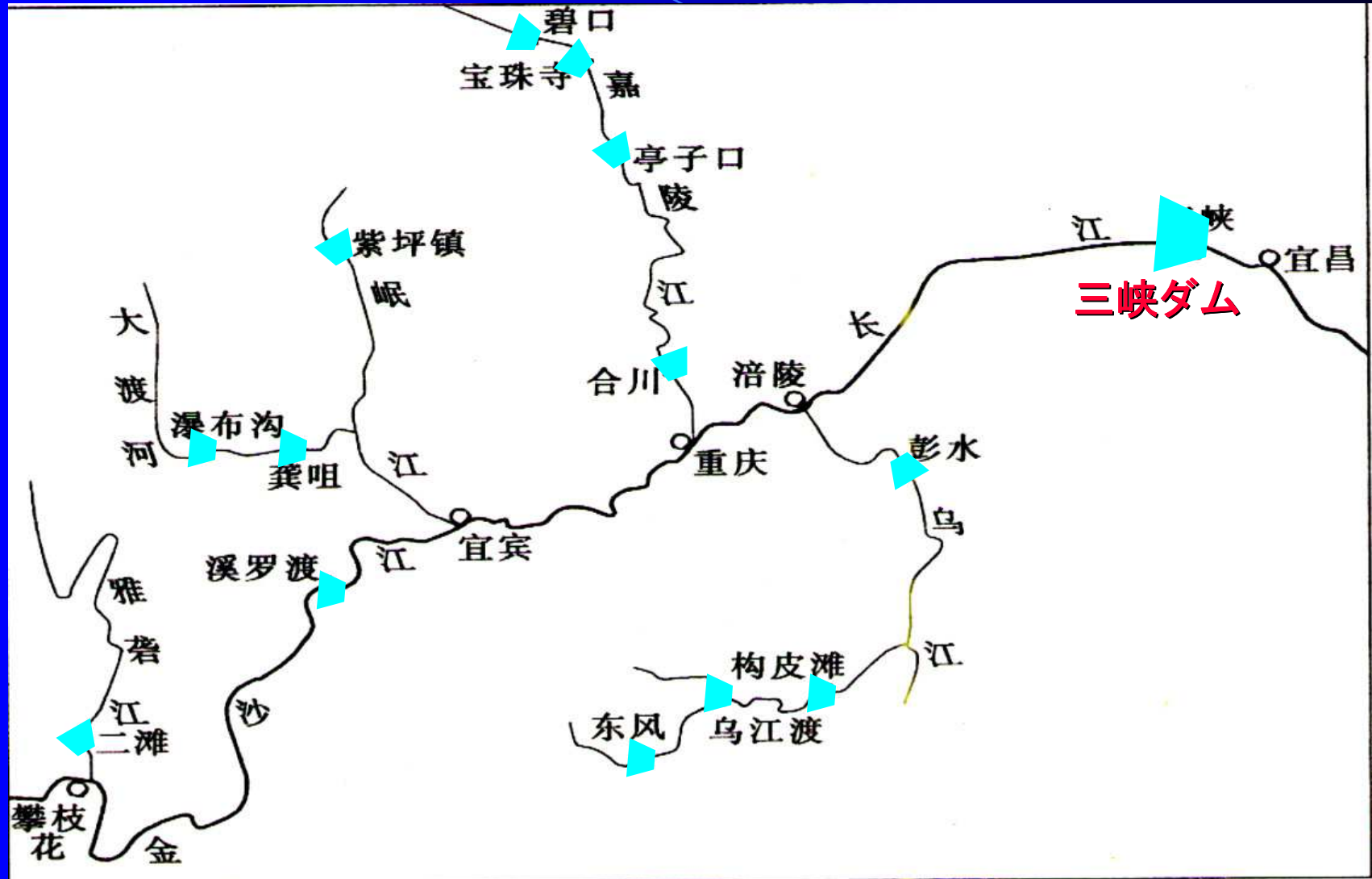
三峡ダムができたなら、遊水地がいなくなるか？

三峡ダムの治水容量は、荊江の治水基準を100年とするために決定された。荊江より下流の本川に対し、支川が多いため、三峡ダムの治水効果が限定されている。

現況堤防+三峡ダムの治水効果(破線:浸水区域)



三峡ダムとは別に、2020年までに、長江の上流と支川に13個のダムを建設することを計画しており、その総治水容量は122億m³に達する。



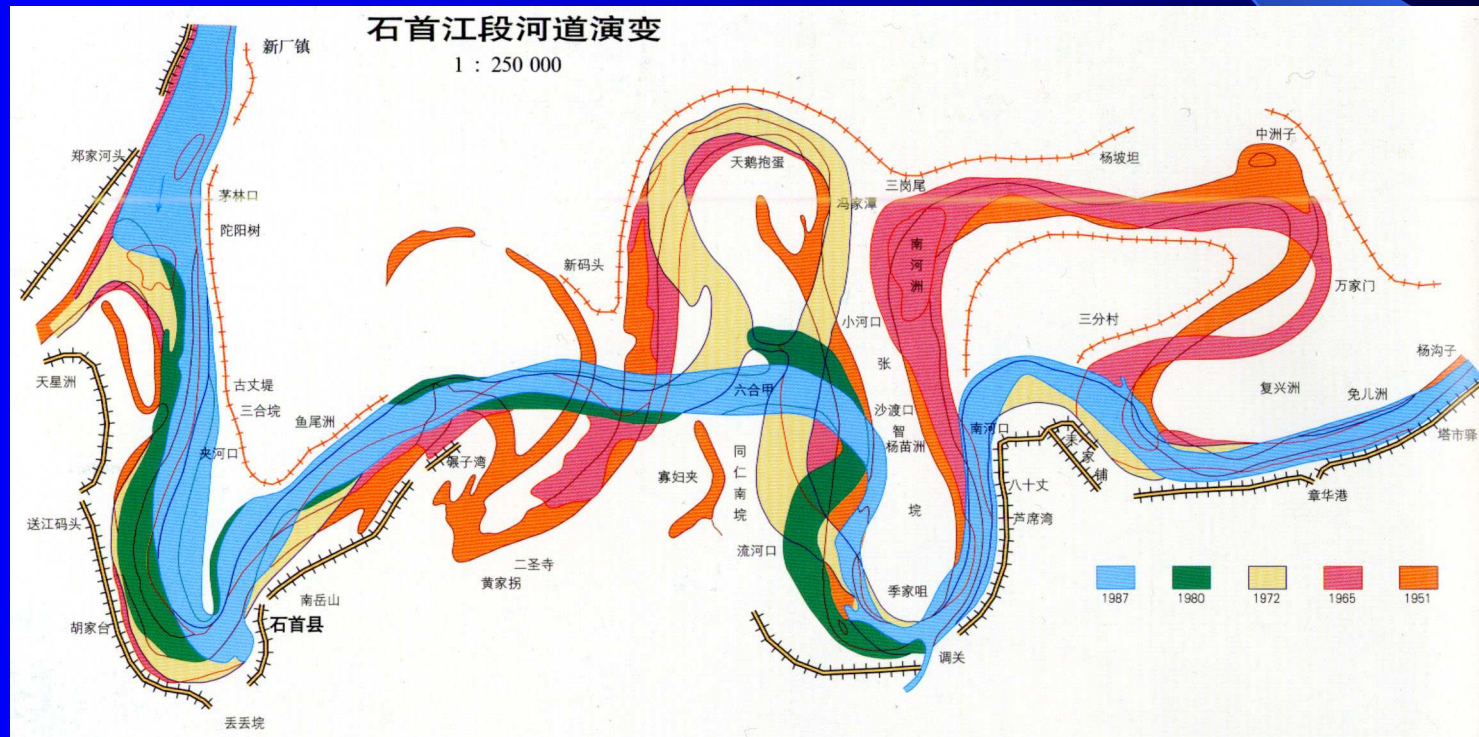
三峡ダムより上流の13個のダム位置分布図

④河道改修

長江の河道改修工事として、護岸、浚渫、ショートカットがある。

例えば、地すべりが起こりやすい河道区間で、1200kmの護岸を行ってきた。

1965から1972年の間に、下荆江において、2回的人工ショートカットと1回の自然ショートカットがあり、下荆江の延長が78km短縮され、流下能力が3000m³/s増えた。



下荆江河道のショートカット

(4) 非構造的治水対策（ソフト対策）

中国で、非構造的治水対策の理念は1980年代初頭に導入されたが、本格的に実施し始めたのは1998年洪水以降のことであった。長江流域において、具体的なソフト対策として、次のようなものがある。

- ① 洪水警報・予報システムの改良と新規作成
- ② 超過洪水対策案の作成
- ③ 治水施設（堤防、河道、ダム、遊水地、水門等）の操作と管理の改善
- ④ 氾濫原管理（土地利用と生産構造の調整、洪水破ハザートマップの作成等）
- ⑤ 法制度の整備（防洪法、遊水地内洪水被害補償政策の策定等）

V. 1998年洪水後の治水政策転換

1998年洪水をきっかけに、構造的対策（ハード対策）と非構造的対策（ソフト対策）を組み合わせた洪水管理政策に転換した。

洪水中の1998年8月に、朱鎔基前首相は**32文字の治水方針**を発表した。1998年10月に水利部は**3つの追加政策**を打ち出し、合わせて7つの中央政府の政策は1998年以降に全国の治水政策として使われてきた。

32文字の方針：

① 封山植樹、退耕還林

（伐採のための入山を禁じ、植樹する。急傾斜地の耕地を森林に戻す。）

② 退田還湖、平垸行洪

（干拓地の田圃を湖に戻す。輪中堤を撤去し、洪水を円滑に流す。）

③ 以工代賑、移民建鎮

（救済の代わりに河川工事の仕事を与える。遊水地内の住民を移転させ、洪水に安全な町を建設する。）

④ 加固幹堤、疎浚河道

（本川の堤防を補強する。河道を浚渫し、流下能力を確保する。）

水利部の**3つの追加政策**は次の通りである。

⑤分洪区内の避難道路、安全区、安全楼の充実

⑥ダムの新規建設

⑦ソフト対策としての充実（遊水地洪水補償政策、氾濫原管理等）

VI. 長江洪水管理の問題点と課題

1998年洪水をきっかけに、構造的対策（ハード対策）と非構造的対策（ソフト対策）を組み合わせた洪水管理政策に転換した。

（1）ハードとソフト治水対策の最適組合せ

1998年洪水以降、ハードとソフト対策を併用する洪水管理政策に転換した。先進国の治水経験からみれば、治水基準が高いほど、人口と資産が流域に集中するので、ハードとソフト対策をどのように組み合わせれば、治水効果が一番よいかを検討する必要がある。

（2）堤防の質の問題

長江の堤防は長期にわたって少しずつ建設してできたものである。堤防の延長が長く、堤防のどこにどのような危険が潜んでいるか、すべての危険箇所を検出する方法がない。このため、堤防の高さが十分であっても、洪水期間に、人海戦術により、1日24時間で堤防を巡視する。



(3) ダムの数と安全問題

長江流域に数多くのダムがあり、安全に問題のあるダムが少なくない。このため、毎年の洪水期に入る直前に、専門家をダム現場に派遣し、ダムの安全検査を行う。

(4) 氾濫原・遊水地の管理問題

氾濫原・遊水地の管理と政策の策定が遅れており、必要な時に遊水地等へ分流することが困難である。例えば、1998年洪水は荊江の設計水位を超えたが、当時、人口と資産の多い遊水地には洪水補償政策がなく、安全施設（避難道路、安全区域、安全楼等）が非常に足りなかったため、遊水地へ洪水を分流することを極力回避した結果、洪水情勢が非常に緊迫した。

荊江分洪区の建設当時(52年)と現在の人口比較表

荊江分洪区面積	荊江分洪区貯水容量	荊江分洪区の人口(52年)	荊江分洪区の人口(現在)
921km ²	54億m ³	16万人 (24万人のうち、8万人を分洪区外へ移住させた)	50万人

（5）気象水文観測所の数

長江流域には、雨量と水文観測所の密度が依然として低く、洪水警報・予報の精度を高めるために、気象水文観測所の数を増やす必要がある。

（6）洪水被害の評価

中国には、洪水被害を評価するための基礎情報（流域内の資産統計データ、浸水深毎の被害率等）が足りないため、治水施設の経済効果や洪水被害額を正確的に算出することが難しい。

ご清聴、有難うございました！

