

## 中国およびベトナムの大都市における水災害の実態とその対策

井上和也・戸田圭一・程曉陶\*・長田信寿\*\*・武田 誠\*\*\*

\*中国水利水電科学研究院  
\*\*京都大学大学院工学研究科  
\*\*\*中部大学工学部

### 要 旨

本報は、中国南東部およびベトナムの大都市の水災害の現状をとりまとめるとともに、今後の治水対策のあり方について若干の提言を行ったものである。中国広東省に位置する深圳市、広州市、ベトナムのハノイ市、ホーチミン市を対象とし、それらの都市を悩ます水害、特に内水災害の実態を述べるとともに、現在取られている対策について言及している。また将来の治水対策への提言として、ポンプ場の整備のようなハードな対策に加えて、流域の保水・遊水機能の確保や土地利用規制といったソフトな対策を加えた総合洪水対策の必要性を説いている。

キーワード：都市化、内水災害、総合治水、中国、ベトナム

### 1. 緒言

筆者らは、我が国の都市域部、特に大阪湾域部の水災害を研究対象として、洪水、高潮、津波などによる氾濫現象の解析ならびに予測や、それらの災害を抑止・軽減するための対策についての研究を行っている。水災害の問題を論じるにあたっては、先ず、災害の様相の把握が重要である。過去の事例に学ぶのは言うまでもないが、都市の変遷とともに、今まで生じていなくても、今後起こり得る可能性のある災害や被害の想定も大切である。また対象としている都市域のみにとらわれず、国内外を含めた様々な都市域で発生している水災害やその対策法を知り、それらから学ぶことも大いに意義がある。

中国や東南アジア諸国の大都市部においては、急速な経済発展の影で、人々の命・資産を守るインフラストラクチャーの整備が後追いつになっているのは否めず、水防災の面においても、水災害の被害抑止・軽減のための課題が山積されているといっても



Fig.1 The location of the cities surveyed

過言ではない。筆者らは、最近、水防災の課題を有している中国南東部の深圳市 (Shenzhen city)、広州市 (Guangzhou city) およびベトナムのハノイ市 (Hanoi city)、ホーチミン市 (Ho Chi Minh city) を現地調査

する機会を得た。本報は、上記4都市の水災害の実態やその対策について得られた若干の知見をとりまとめるとともに、これらの都市の今後の洪水対策のあり方について言及したものである。

## 2. 深圳市の水災害とその対策

### 2.1 深圳市の概要

中国広東省の南、香港と国境を接する深圳市（Fig.2参照）は、1980年以前は人口30万人ほどの一地方都市にすぎなかったが、1980年に経済特区が設置されてから急速に開発が進み、1995年現在、人口は335万人を数え、財政収入が205億US\$/yearにのぼる巨大な経済発展都市へと急激な変貌を遂げた。それと同時に水害、特に内水災害も常習化し、その対策を確立することが急務となっている。

まず、深圳市の気象的な特徴を述べると、年間の降雨量は1,880mmで、亜熱帯性気候の沿海都市であり、台風が年に5～6個来襲し、しばしば深刻な被害をもたらす。4月15日～10月15日の洪水期のうち、6月末日までの洪水期前期は前線性の降雨の影響を強く受け、7月1日以降の洪水期後期は台風性の降雨の影響が支配的である。

深圳市の面積は2,020km<sup>2</sup>で、そのうち都市化した地区の面積は285km<sup>2</sup>である。都市への供給水量は1995年の実績で5.7億m<sup>3</sup>/yearであり、供給能力は240万m<sup>3</sup>/dayである。経済の急速な発展のため、都市用水、工業用水の供給が慢性的に不足しているのが実状である。

### 2.2 深圳市の水災害の実態とその対策

深圳市の降雨特性を見ると、降雨量の200年確率、100年確率を24時間雨量で表現すれば、それぞれ、

570mm、540mmである。既往最大値を見てみると、1978年8月1日、深圳市の東部郊外に位置する羅屋田ダムで台風性降雨により700mmの雨が観測された。また、香港天文台では、1989年6月8日、前線性降雨により661mmの雨量が記録されている。ちなみに、我が国の京都気象台のデータより求められた京都の100年確率の24時間雨量が289mmであること（角屋ら、1991）から、深圳市の降雨量の大きさがこれからもうかがい知ることができる。

深圳市の近年の水災害の特徴を端的に言えば、洪水、特に内水氾濫と濁水が頻発すること、ならびにその対策としての都市基盤施設が十分に整備されていないことである。1989年～1991年は干ばつのため工業生産額が20億元（元は中国の通貨の単位、1996年現在で1元は約13円）の減少となり、一方、1993年～1994年は一転して洪水が4回も起こり、被害総額は20億元にも達した。Photo 1は、1994年夏の出水時の、市内中心部の羅湖口岸（Luohu Pier）での洪水痕跡を示しており、地盤から1.2m以上の高さまで水位が達したことを物語っている。Table 1に内水災害を生じさせる降雨量を他の都市と比較して示している。表中には参考として、わが国において長年内水対策に苦慮してきた鶴見川流域の値も掲載している。

都市化と洪水との関連についてその現状を整理してみる。まず、都市化により、洪水そのものの特徴が変化したことが挙げられる。都市化の進展により、洪水のピーク流量が増加するとともに、洪水到達時間が短くなっている。これは浸透量が20～26%減少したこと起因している。次に、同一の洪水であっても、以前と比較して、洪水被害による経済損失が増加している。これは、一般家庭の資産の増大が一

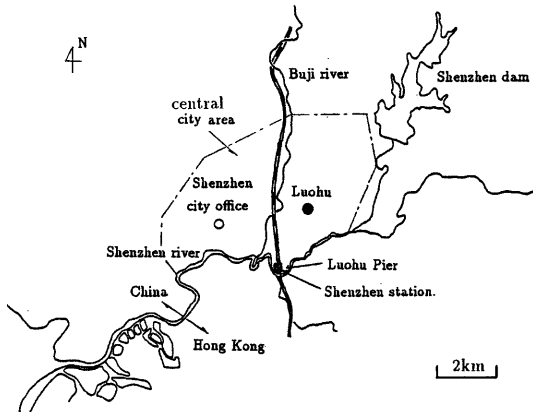


Fig.2 Area map around Shenzhen city



Photo 1 Floodmark in Luohu Pier

Table 1 Rainfall causing urban flood

city	hourly rainfall	daily rainfall
Shenzhen	***	100mm/day
Guangzhou	50mm/hr	100mm/day
Hanoi	***	110mm/day
Ho Chi Minh	***	40mm/day
Tsurumi river basin	20~30mm/hr	160 ~ 200mm (2days)

a) \*\*\*denotes the value is unknown.

b) The value of Tsurumi is that before the comprehensive flood control measures were executed.

因であるとともに、ビジネス街や観光街での浸水や停電による経済的な被害が増大したことによる。これらの地区での地下駐車場の浸水などがその典型である。

次に、深圳市で現在とられている、あるいは今後予定されている洪水防御対策について述べてみることにする。ハード、ソフトな施策とも、経済特区内は200年確率の治水安全度、経済特区外は100年確率の治水安全度で計画がなされている。中国では、人口100万人以上の大都市では100年確率の治水安全度を確保することを基準としているので、経済特区の重要性がこのことから認識される。以下に洪水防御対策の内容を項目毎に箇条書きにして記す。

#### (1) 重点的な防災工事

現在、治水のためのいくつかの河川・海岸工事が実施されており、その具体的な内容は次に示す4種類である。

- a. 深圳川の整備：深圳川(Shenzhen river)は本川長37km、流域面積312km<sup>2</sup>(このうち125km<sup>2</sup>が香港に属する)の河川であり、中国と香港の国境をなしている。蛇行部の直線化の工事が現在

実施されており、現況の流下能力600m<sup>3</sup>/sが、工事完成後2,100m<sup>3</sup>/sに増強される。工事に関しては、1982年に香港側との協議が始められ、1995年に工事開始の運びとなり、1997年4月に完成の予定である。

- b. 羅湖小区(深圳駅周辺)の排水工事：深圳駅南部の羅湖口岸の6.29km<sup>2</sup>の地区は、地盤が深圳川の水位より低く、100mm以上の雨が降れば内水氾濫が起こる箇所である。1995年、ポンプ場整備の排水工事が始められ、排水能力48m<sup>3</sup>/sのポンプ場1基と小さなポンプ場5基(5基あわせての排水能力12m<sup>3</sup>/s)、総計60m<sup>3</sup>/sの排水能力のポンプ場が、1996年6月までに整備された。
- c. 深圳川の支川の内水排除：深圳川の4支川の内水排除システムの整備が現在進捗中である。
- d. 西海の防潮堤：深圳市の西域の海岸線の長さは240kmあり、そのうち27kmにわたって防潮堤が整備されている。この堤防は、中国で分類される台風の規模としては10級台風(風速28m/sの台風)によってもたらされる高潮に耐えるように設計されたものであるが、1982年9月に珠海を襲った台風9号により越水が生じた。現在、12級台風(風速32m/sの台風)の高潮に耐える堤防建設が進められている。

#### (2) 河道整備事業

土砂の堆積により河床上昇が生じた箇所、あるいは都市化によって危険度が増大した箇所の整備が進められており、その方法として河床の堆積物の浚渫や河道拡幅の措置がとられている。

#### (3) 緊急伝達対策

台風や雨の情報を市民に速やかに伝え、市民の防災・減災活動をサポートする体制づくりが進められている。すなわち、素早い情報伝達により、貴重物資を高い場所に移動したり、浸水防止のため地下室、地下駐車場を閉鎖するという行動を市民が支障なくとれるような体制づくりが目標とされている。

#### (4) 情報システム・救護体制の整備

無線通信システムの整備による、中国全土にわたる水利通信ネットワークの構築が目指されている。また、災害時の救護体制の整備として、例えば救済船の準備などの徹底が図られている。

#### (5) 法律の整備

中央政府の洪水に関する法律、例えば水法、防洪条例、河道管理条例、水土保持法といったものに加えて、地方政府でも、地方の実情に見合った法律を整備していく動きがある。

以上に述べたものが、ハード、ソフトなものも含

めた深圳市の洪水防御対策である。次に深圳市の抱える土砂問題について言及することとする。

### 2.3 深圳市の土砂災害の実態とその対策

深圳市の面積 2,020km<sup>2</sup>のうち、土壌侵食が生じている面積は150km<sup>2</sup>であり、このうち89%が都市開発の影響によるものである。鉄道、道路、工場の建設もあるが、特に住宅開発の影響が大きい。1992～1993年にかけて無許可の開発が盛んに行われたこともあって、深圳川では1年間に200万 tonもの土砂が河道に流出・堆積している状態である。また、深圳川の支川の布吉川(Buji river)は、47km<sup>2</sup>の流域面積を有するが、土砂流失の面積が12km<sup>2</sup>にわたり、土砂生産量は16万 ton/yearである。深圳川ならびに布吉川の比流出土砂量は各々 $2.42 \times 10^3 \text{ m}^3/\text{km}^2/\text{year}$ 、 $1.28 \times 10^3 \text{ m}^3/\text{km}^2/\text{year}$ であり、流域面積との関係をプロットしたものがFig.3である。図には芦田ら(1974)が、我が国の主要河川、水系ごとに、ダム堆砂量から比流出土砂量と流域面積との関係を調べた結果も併せて掲載しているが、深圳市近郊の開発により生じている生産土砂量は、我が国の流出土砂量の多い河川に匹敵する量であることがわかる。なお、流出する土砂は花崗岩の風化土であり、平均粒径は0.2mm程度のものである。

土砂流出対策として、砂防工事や、開発区域において土砂を流出させない排水システムの整備ならびに緑化事業を行っている。また、ハードな施策とともにソフトな施策も考えられており、将来においては、深圳市の経済特区以外の地区においても、土地開発の際には水利部門の審査が必要とする制度に改める計画があるほか、住民の意識の向上をねらいとして、新聞やテレビによる土砂水域環境保全の広報活動が展開されている。このような施策をとおして、2000年までに、青山緑水の回復が目指されている。

なお、深圳市においては、地盤は花崗岩と石灰岩から構成されているため地下水が乏しく、地下水のくみあげがないため地盤沈下の問題は生じていない。

## 3. 広州市の水災害とその対策

### 3.1 広州市の概要

広州市はFig.4に示すように、広東省の南、珠江三角洲の北端に位置し、西江、北江、東江の合流地である。昔から広東省の政治、経済、文化、交通の中心地として栄えてきた街であり、現在でも、深圳市とならび、広東省の経済の中心地として繁栄するとともに総合的な工業都市でもある。広州市の面積は郊外域も含めて1,440km<sup>2</sup>であり、そのうち都市域の面積は207km<sup>2</sup>である。人口は1993年の調べて郊外

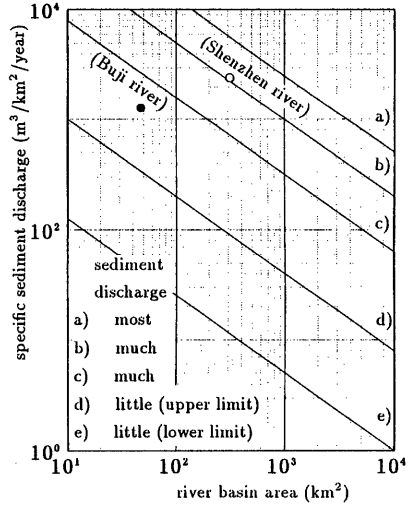


Fig.3 Relation between specific sediment discharge and river basin area

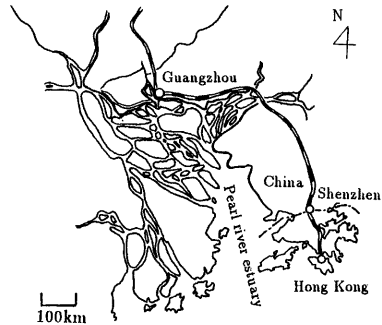


Fig.4 Area map around Guangzhou city

も含め370万人、これに100万人の流動人口が加わる。市内には珠江が流れ、また人造湖が4つ配置されており、公園として利用されるとともに洪水時は遊水池の機能を発揮する。

気象的な特徴を述べると、深圳市と同様亜熱帯性気候であり、年平均降雨量は1655mmである。深圳市と比較すると、深圳市が台風の影響が支配的であるのに対して、広州市は台風同様の影響も大きく受ける。また、この2都市は地理的には近いものの、台風の影響を大きく受けるために、雨の降り方に差異が生じることが多いという特徴がある。

### 3.2 広州市の水災害の実態とその対策

広州市の水災害の要因は、大別して、珠江北江の外水氾濫、高潮および内水氾濫である。外水氾濫については、1915年に広州市の北部郊外の石角一帯が破堤し、西江そして北江の河川の氾濫流が広州市まで流下してきたが、その後、北江に100年確率の洪水に耐えられる堤防が63kmにわたって築かれ、それ以降、外水による大きな被害は生じていない。高潮に関しては、広州市内の珠江で市内の地盤高程度まで水位が上昇した記録があるが、常習的ではない模様である。最も頻発し、かつ影響が大きいのは、豪雨の際の内水災害である。

雨の降り方を見ると、最大降雨量は、時間雨量では1983年6月16日に101mmを記録し、日雨量は1936年6月21日に298mmを記録している。この日雨量は50年確率以下の値である。1955年6月6日には、日雨量281mmの降雨に加え、降雨流出と満潮が重なり、市内54km<sup>2</sup>にわたって浸水が生じた。また、1955年以外にも、1957年、1985年、1988年、1989年にも大規模な内水災害が生じ、特に1989年5月16日には、10年に1度の確率に相当する日雨量207mmにより、1949年以降で最大の内水災害が発生した。現在でも、50mm/hr以上、あるいは100mm/day以上(100mm/dayはリターンペリオド2年に相当)の雨で内水氾濫が発生している状況である。

広州市の内水対策は現在のところ、市内に4ヶ所ある人工湖による調節作用(調節容量189万m<sup>3</sup>)と、市内2ヶ所のポンプ場によるポンプ排水に依っている。市の西部にあるポンプ場の排水能力は28.6m<sup>3</sup>/s、中部にあるそれは0.3m<sup>3</sup>/sであり、近年発展が著しい市の東部にはポンプ場が設置されていない状況である。また、市内の排水河川と珠江の間には水門が設置されていない。さらに、広州市の下水道は合流式であり、雨水、汚水が同じ排水路に流れ込んでおり、生活排水が直接、珠江に流入することや、満潮時には河川水の排水路への逆流が生じたりするなど



Photo 2 Urban drainage in Guangzhou city

の問題がある( Photo 2参照)。排水システムの整備として、水門、ポンプ場の建設、排水路の暗渠化や分流式下水道の導入が必要となっている。

一方、水利用の問題に関しては、生活用水、工業用水あわせて現在、300万m<sup>3</sup>/dayの給水量であり、計画量は400万m<sup>3</sup>/dayである。現在、広州市では市東部の経済開発が進んでおり、将来には東江からの取水が必要となる状況である。

### 4. ハノイ市の水災害とその対策

#### 4.1 ハノイ市の概要

ハノイ市は、ベトナムの北部に位置する同国の首都で、中国雲南省から流下した紅河(Hong river)が2本に分岐する地点にあたる(Fig.5参照)。1000年以上の歴史を有し、政治・経済・文化の中心地で市の面積は913km<sup>2</sup>、人口は約210万人である。気候的には亜熱帯性気候に属し、四季が存在する。



Fig.5 Northern area of Vietnam

1975年のベトナム戦争の終結、翌年の南北統一により、ハノイ市が新生ベトナムの首都になったことを契機に都市部への人口集中が加速され、本来、人口20~30万人規模として設計された都市に200万人以上が居住する結果とあいなつた。しかしながら、新たな都市施設整備の投資が行われなかったため、住居建築物の老朽化、スラム化、道路・水道などの都市インフラストラクチャーの未整備という大きな都市問題に直面しているのが現状である。

#### 4.2 ハノイ市の水災害の実態とその対策

まず、ハノイ市およびその周辺において今までにとられてきた洪水防御施策(外水対策)について述べることにする。洪水防御の対象は主として、市内を流下している紅河( Photo 3)である。都市中心部への極度の人口集中の結果として、Photo 4に示すように、堤外地にも人が居住する状況となっている。



Photo 3 Hong river



Photo 4 Residence in unprotected area

洪水防御対策としては、構造物に依るものと依らないものに分類される。構造物として先ず挙げられるのはダム貯水池であり、紅河の上流に貯水容量90億 $m^3$ のダムが建設された。現在、さらにその上流に、電力供給、上水・灌漑用水供給、および洪水防御のための多目的ダムの建設が計画中である。また、紅河の堤防の築造は伝統的な治水対策であり、今から1,000年も前から実施されてきており、現在でも、毎年、堤防の増改築工事が実施されるとともに、海岸堤防も建設中である。さらに紅河河口のハイフォン（Hai Phong）では、土砂の堆積に対する浚渫工事も行われている。

一方、構造物に依らないソフトな対策としては、(1)住民の居住地の変更、(2)流域の保水・遊水機能を高めるための森林の整備、(3)洪水の来襲前に収穫を済ませるような農作物の栽培時期の変更、が実施されてきている。(3)については南部のメコンデルタでも実施されている。これは、この国の大河川の洪水形態が、時間変化が緩やかでかつ長時間継続するものであること、および河川上流域の水位、流量の情報からある程度、洪水の発生ならびに規模の予測が可能であることによる。

上述したような外水氾濫の対策の進捗の一方で、現在、ハノイ市を悩ます水災害は主として内水災害

である。ハノイ市の年間降水量は約2,000mmであるが、雨期（6月～10月）と乾期（11月～5月）があり、雨期における集中豪雨で内水氾濫が頻発する。110mm/day以上の雨で内水が生じ、総雨量300mmで市内の低平地が内水で孤立する。ちなみに、3日間で300mmの降水量は、10年に1度発生する確率の規模である。

現在の雨水排水システムの排水能力は、市の中心部で計 $45m^3/s$ であり、最終的に紅河へ排水するようになっている。システムそのものは、かつてフランスにより人口20～30万人の都市用に建設されたものであり、現在のハノイ市からみてその規模はあまりにも小さなものであるため、ポンプ場の増設を中心とした内水排除システムの整備が急務となっている。また後述するが、これと並行して、災害にあっても少しでも被害を軽減するという見地からのソフトな対策の整備も必要となっている。

## 5. ホーチミン市の水災害とその対策

### 5.1 ホーチミン市の概要

人口約400万人を擁するホーチミン市は、1859年にフランスに占領され、サイゴンの名で呼ばれてきた。1954年の南北分裂の後、南ベトナムの首都となったが、1975年に南ベトナムは崩壊し、翌1976年の統一以降は、ホーチミン市と名称を変更した。現在、メコンデルタの東端に位置するベトナム最大の商業都市として発展中である（Fig.6参照）。

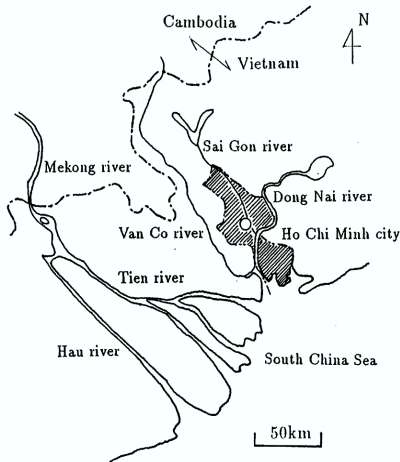


Fig.6 Area map around Ho Chi Minh city

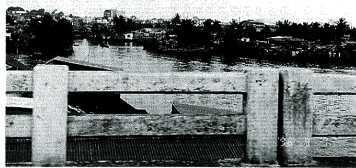


Photo 5 Riverside residence in Ho Chi Minh city

年間の平均降雨量は1,930mm、5月～11月が雨期にあたり、この時期に年間総雨量の90%の降雨がある。また、市内の面積は2,040km<sup>2</sup>、そのうち農地が1,130km<sup>2</sup>を占める。また、市内を流れる河川の水表面積はあわせて330km<sup>2</sup>である。農地のうち800km<sup>2</sup>が水田、130km<sup>2</sup>がドンナイ河（Dong Nai river）やサイゴン河（Sai Gon river）の河川沿いの果樹園で、130km<sup>2</sup>がさとうきびやピーナッツ畑である。このように市の面積の中、農地の占める面積が多いが、近年は市の中心部への人口の集中が顕著であり、経済発展に伴う都市化がもたらす諸問題に、現在市は直面している状況である。

## 5.2 ホーチミン市の水災害の実態とその対策

ホーチミン市は海拔1～2mの低平地に位置し、Photo 5に示すように、市内を流下する河川の水際まで所狭しと住宅がはりついている状況である。雨期において、(1)ドンナイ河、サイゴン河の流量の増加、(2)低平地における激しい降雨、(3)メコンデルタの洪水に伴うバンコ河（Van Co river）およびその支川の流量の増加、(4)潮位の上昇、の重畳作用として洪水が発生する。

洪水氾濫時の氾濫流の特性は、市の北部と南部で様相が異なり、北部では、氾濫水の動きが急で、水の来襲も速いが退散も速い。一方、南部では、氾濫水の動きは北部に比べて緩慢であり、特に潮位が高いときには浸水は長時間続く。

過去の水害の例としては、1952年に、集中豪雨に他の要因が重畳し、外水氾濫による大規模な洪水災害が発生した。サイゴン河に沿って273km<sup>2</sup>が浸水し、そのうち都市部は23km<sup>2</sup>、郊外は250km<sup>2</sup>の浸水面積であった。低平地では浸水が6時間以上継続し、完全に水がひくのに2～3日を要した。被災世帯数は32,700戸、180,000人が影響を受け、家屋の全半壊は30,000戸に上った。また、洪水後、食糧の欠如から飢饉が発生した。

一方、近年頻発しているのは内水による水災害であり、40mm/dayの降雨（1年に10回発生する確率の降雨規模）で市内140km<sup>2</sup>が浸水する。その際には、浸水深が0.3～0.5mに達する箇所が60～70、0.5m～1.0mに達する箇所が25～30程度現れ、浸水は2～3時間継続する。このような豪雨禍が年に3～4回発生し、浸水被害に加え、交通渋滞が発生し、汚水の流出が起こる。現在のホーチミン市において、市の北部および西部には雨水排除システムが存在してはいるものの、施設の機能不全や排水路（運河）付近への小家屋の集中のために、上述したような内水氾濫が頻発する状態となっている。

内水氾濫を対象に、今後早急にとるべき対策として考えられているものを列挙すれば、先ず、構造物に依る対策として、下水システム・雨水排除システムの整備、ポンプ場の建設、が挙げられ、構造物に依らない対策としては、緊急時の情報伝達、警報体制の整備、安全な避難場所の確保、が挙げられている。

## 6. 今後の治水対策にむけて

急激な都市化による洪水の流出特性の変化と低平地への人口・資産の集中による内水災害の被害増大に悩む深圳市、都市の膨張に対して排水システムの整備が追いつかず、同じく内水災害が頻発する広州市、ハノイ市、ホーチミン市の実態を述べてきた。さらに、これらの都市の近隣の海岸域は、高潮の脅威も受けているわけであり、悪条件が重なれば、洪水と高潮の重畳や内水災害の増幅が十分見できる状況にある。各自治体は、ハードな施策を中心とした洪水の防御対策に鋭意努力してきているものの、すさまじいまでの経済発展とそれに呼応する人と資産の集中のまえに、治水対策は常に新しい課題を突きつけられているのが現状である。

これらの都市の水災害の軽減にむけては、ポンプ場の建設や排水路の整備といったハードな施設による対策が必要であるのはもちろんであるが、施設整備に要するコストと急激な都市化の進展の現状を踏まえれば、当面の有効な対策として、Fig.7に示すような総合的な洪水対策の考え方（例えば角屋、1990）に立脚したソフトな施策の充実が、より重要となってくるであろう。

ソフト的な対策は、その重要性が認識され、既に一部で実施されているが、各都市の特性に見合った方策を組み合わせ、効果をあげていくことが望まれる。例えば、深圳市や広州市では、都市近郊域の開発規制による保水・遊水能力の確保や、洪水を想定した構造物の耐水化、つまり地下室の防水化やピロティタイプの住居構造の積極的な導入などが

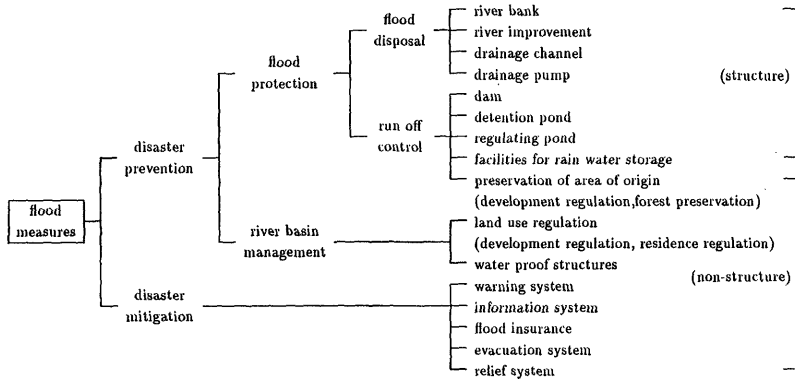


Fig.7 Idea of comprehensive flood control measures

有効であろう。また、被害軽減の見地からは、より信頼性の高い予警報システムの確立や、避難体制の整備が望まれる。一方、ハノイ市やホーチミン市においては、上記の内容もさることながら、人口密集地の水害常習地区への流入人口の制限や、災害時の救援・支援体制の整備といった施策もまた重要であると考えられる。

## 7. 結言

中国の沿岸部に位置する大都市、深圳市、広州市、およびベトナムの大都市ハノイ市、ホーチミン市の4都市をとりあげ、これらの都市においては、都市化の進展により内水災害が常習化・拡大化していること、当面の有効な対策としては、総合的な洪水対策の考え方の導入が有効であると考えられることを述べた。国際化の時代となり、とりわけアジア諸国との連携の重要性が指摘されている今日、本報が、都市化が急速に進展している中国およびベトナムの大都市部の水災害の実態の理解に少しでも寄与する点があれば幸いである。

## 謝辞

現地調査においては、中国の水利部珠江水利委員会、深圳市水利局、広州市水利局、ベトナム国農業省（Ministry of Agriculture and Rural Development）の水資源計画研究所（在ハノイ市）、水資源計画研究所支所（在ホーチミン市）ならびにホーチミン市人民委員会の方々にご協力いただいた。関係者各位に深甚なる謝意を表する次第です。また、ベトナムでの調査において、種々ご配慮いただいたベトナム日本国大使館伊藤康行氏にも感謝の意を表します。

## 参考文献

- 芦田和男・奥村武信(1974):ダム堆砂に関する研究, 京都大学防災研究所年報, 第17号B, pp.557-558.
- 角屋睦(1990):都市化と洪水, 京都大学防災研究所「都市の防災」第1回公開講座講演集, pp.230-233.
- 角屋睦・近森秀高(1991):巨椋低平流域の都市化と内水(10), 京都大学防災研究所年報第34号B-2.182 p.



## Urban Flood Disaster and Its Control at Large Cities in China and Vietnam

Kazuya INOUE, Kei-ichi TODA, Xiaotao CHENG\*, Nobuhisa NAGATA\*\* and Makoto TAKEDA\*\*\*

\*China Institute of Water Resources and Hydropower Research

\*\*Graduate School of Engineering, Kyoto University

\*\*\*Faculty of Engineering, Chubu University

### Synopsis

This paper treats urban flood disaster and its control at Shenzhen city, Guangzhou city in China and Hanoi city, Ho Chi Minh city in Vietnam. Present situations of flood disaster there are described and the relation between flood occurrence and rainfall is examined. The causes of flood and the countermeasures against it are also discussed. In the future, comprehensive measures by both structural and non-structural facilities are considered to be significant.

**Keywords** : urbanization, urban flood, comprehensive flood control, China, Vietnam