

治水経済調査の概要と今後の方向について

OUTLINE OF FLOOD CONTROL ECONOMY INVESTIGATION AND TREND FOR INVESTIGATIONS IN FUTURE

湧川 勝己

Katsumi WAKIGAWA

正会員 (財) 国土開発技術研究センター 調査第一部 (〒105-0001 東京都港区虎ノ門 2-8-10 第15 森ビル)

Member of JSCE, Japan Institute of Construction Engineering, Water Resources Division

This report is to aim to present the difference of the way of thinking between the manual of flood control economy investigation announced in 1970 and the current manual, its background, and outline for manual of flood control economy investigation.

The flood control economy investigation manual is based on discussion at Working Group of Appraisal River Works (Chairman : Kiyoshi Kobayashi, Professor of the Department of Technology of Kyoto University Graduate School).

Key Words : Flood control ,cost-benefit analysis

1. はじめに

治水経済調査は、治水事業の諸効果のうち、経済的な評価を行えるものを把握して、それを治水事業の便益とし、一方、治水事業を実施するために要する費用及び施設の維持、管理に要する費用等を治水事業の費用として捉え、両者の比較を全国全河川を対象として、又は、個別の河川事業を対象として実施し、治水事業全体に係る投資規模の検討、個別河川に係る投資規模の検討に使用されるものである。この治水経済調査を行うための指針として昭和45年に治水経済調査要綱の策定が行われたが、社会・経済活動の変化を踏まえ平成11年にその改訂が行われ、治水経済調査マニュアル(案)として事務連絡が行われた。

本報告は、昭和45年に策定された治水経済調査要綱から現在の治水経済調査マニュアル(案)において考え方の变化した点とその背景及び治水経済調査マニュアル(案)の概要について説明を行うことを目的とするものである。

なお、治水経済調査マニュアル(案)の策定にあたっては、河川事業の評価に関する研究会(座長:小林潔司、京都大学大学院工学研究科教授)を設置し、研究会における議論を踏まえ、そのとりまとめを行った。

2. 治水経済調査の歴史

我が国において最初に治水経済調査が実施され、その成果が発表されたのは、昭和24年(1949年)の第3回建設省直轄技術研究会においてである。その発表を行ったのは、当時鳥取工事事務所の所長であった中安米蔵であり、「治水計画と計画洪水流量の経済的考慮(千代川改修計画の再検討を中心として)」¹⁾としてとりまとめている。

この研究の発端となったのは、論文の題名からも明白なように河川における計画洪水流量の科学的・客観的・経済的に決定する方法の必要性である。

当時の我が国は、第二次世界大戦によって荒廃した国土をどのように復興するかということが大きな課題であり、社会資本の整備をどのような順序(道路の整備を優先するか、河川改修を優先するかなど)で実施するのかが議論となっており、河川改修規模の決定方法(計画洪水流量の決定)とその優先順位の決定方法についての理論的な背景を必要としていた。

当時の河川改修規模の決定方法は、基本的に既往最大流量を計画洪水流量とすることとしていた。しかしながら、この方法では、河川改修の基本となる計画洪

水流量が偶然性に支配され、必ずしも河川の重要度（氾濫原の人口・資産の集積度合）に応じた流量の設定ができず、河川毎に計画規模が大きく異なるなど、河川の計画的な整備ができないという問題点を有していた。

中安の論文は、上述した二点に応えることを目的として検討されたものであり、「河川改修計画の規模を其の工事の有する経済的防災要素に Balance せしめんとするものであって、河川の計画洪水流量を各河川に普遍的な尺度で表す為に、超過の確率を以て表し、之を其の経済的防災量に應いて決定せんと試みた。又治水計画や洪水量の経済的考察をする為、洪水の生起する頻度率と其の洪水による災害量とより、年平均災害量を求め、之と防災工事量との比により防災利益率を算定して、計画の経済的諸関係を吟味すると共に、工事の緊急度判定の指数として、之により他の公共事業との経済的対比が出来、企業としての採算の算定を可能ならしめた。」という、論文の要旨にその背景・目的がよく表れている。

中安の経済的な評価の具体的な方法は、年平均防災量 P （築堤 1m 当たりの想定年平均被害軽減期待額を労力単位に換算したもの。被害としては直接被害額のみを考慮。）を求め（年最大洪水位 h' の頻度分布が対数正規分布になると仮定をし、洪水位の生起確率を求める。次いで、洪水位に対する直接被害額を求め、この被害額と洪水の生起確率とから期待値を求める。）、単位工事量 k （築堤 1m 当たりの工事費を労力単位に換算したもの）との比 $E = P / k$ を防災利益率とし、この利益率をもって治水投資の効率性を評価する指標とし、この指標に基づいて河川改修工事の緊急度の順位算定を行うというものである。

3. 治水経済調査要綱の考え方

治水経済調査要綱は、昭和 37 年 5 月 24 日付建河発第 294 号「水害区域資産調査等調査要綱」（最終改正は昭和 40 年 6 月 24 日付建河発 247 号）と昭和 36 年 5 月 29 日付河川計画課長名文章「治水経済調査方針及びとりまとめ方法」が整理統合され、昭和 45 年に作成されたものである。

治水経済調査要綱において「水害区域資産調査等調査要綱」及び「治水経済調査方針及びとりまとめ方法」から変更された主な点は、一般資産評価単価の改定、公共土木施設等被害額の改定、費用の算出方法であるが、治水事業による便益を水害被害額の減少であると捉えているところに変化はない。

以下には、便益、費用、費用便益比という項目別に現行の治水経済評価の基本的な考え方として整理を行っておくこととする。

(1) 便益の考え方

治水事業の実施による便益は、図-1 に示したストック効果の内の水害被害額の減少のみを便益であると捉えている。

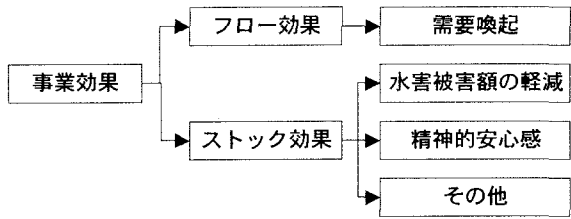


図-1 事業効果の概念図

便益の捉え方としては、水害被害額の減少によって、最終的には流域住民の可処分所得が上昇し、生活に関する効用が上がるため、事業実施による効用の上昇分を治水事業の実施による便益とするという考え方もあるが、効用の上昇を計測するために必要な流域住民の治水事業に対する需要曲線を作成することが困難であるため、直接被害額の減少を治水事業の便益としている。

水害被害額の算定に当たっては、直接被害額と間接被害額を算定して合算することとしている。直接被害額は、流域内の一般資産額を把握し、水害実態調査を基に整理した一般資産に対する被害率（浸水深別、流域勾配別に整理されている。）を乗じて水害被害額を算定することとしている。また、間接被害額としては、一般資産被害額の 6% を営業停止損失として算出するのみとなっている。なお、これらの計算に用いる浸水深は、確率規模別流量毎に氾濫計算を実施し、求めることとしており、期待値として年被害額を算定し、便益としている。

(2) 費用の考え方

費用は、治水事業の実施にかかる用地買収費、堤防やダム等の河川管理施設の工事費、橋梁等の架け替え費用、維持管理費等の調査費を除く全ての費用を考慮している。これらの全ての費用を評価対象期間 50 年で償還するという考え方で、年費用を算出している。

(3) 経済的な評価

経済性の評価は、上述した水害被害の軽減による年便益と治水事業の実施にかかる年費用との比（便益/費用）を算出し、その評価を行っている。

4. 治水経済調査要綱の課題及び問題点

(1) 流域内資産評価に関する課題と問題点

治水経済調査要綱が策定された昭和 40 年代初期は高度経済成長期であるが、当時と比べると現在は、各

個人が所有している耐久消費財が増加していると共に、物に対する価値観が多様化している。また、当時は実施されていた調査が、現在では実施されていないために、数値の継続性が不明となっているものもある。このため、治水経済調査は、大きく次のような課題を抱えていたと言える。

- ①昭和40年当時の統計と現在の統計資料では、その連続性を図れない。
- ②一般的に耐久消費財の金額が所得に対して低下しているために、耐用年数とは関係なく機能の面から更新される場合が多い。
- ③耐久消費財の構成比率が、治水経済調査が策定された時代とは大きく変化している。
- ④昭和40年代とは土地利用が大きく変化しており、特に都市部においては高層の建築物が多くなっている。このため、水害の直接的な被害を受けない資産が都市部では存在する。

(2) 氾濫計算に関する課題と問題点

氾濫計算に関する課題と問題点は、大きくは氾濫開始水位等の条件と氾濫計算に用いる計算手法の二つに整理を行うことが可能である。

a) 氾濫計算の条件

氾濫計算の条件としては、氾濫開始の水位や破堤幅の設定がある。

現行の治水経済調査要綱では、特に、氾濫開始水位（安全水位の設定）について規定を行っていない。このため、各河川毎に氾濫開始水位はまちまちであるが、今後の治水事業の展開の方向性を勘案した氾濫開始水位の設定を行うことが大きな課題であると言える。

また、氾濫計算を行う際の破堤幅についての規定も存在していない。

b) 氾濫計算に用いる手法

氾濫計算については、現状の治水経済調査では、氾濫河道として流域を捉え、ピーク流量に対する不等流計算を実施して、氾濫区域や浸水深を算出しているものもあり、この様な計算では、氾濫形態・特性（貯留型氾濫、流下型氾濫、拡散型氾濫）を反映した被害の想定が困難であるので、氾濫特性を反映した氾濫計算を行う必要がある。

また、氾濫計算に関係する場としては、河道と氾濫原があるが、氾濫量を正確に算出するためには、時々刻々の堤内側の水位に連動した氾濫量を算出する必要があり、河道部の計算は不定流計算による必要がある。また、この不定流計算では、上流部における氾濫による流量の低減も考慮する必要があり、横越流の計算が出来る必要がある。

(3) 被害率設定に関する課題と問題点

治水経済調査における想定被害は、直接被害と間接

被害に分けることが出来るが、その大半は直接被害として捉えられている。

また、治水経済調査において使用されている直接被害の率は、昭和36年から昭和42年の水害被害額と資産額との単純平均値を用いて設定がされている。なお、間接被害は営業停止損失をのみを捉え、一般資産被害額の6%を間接被害額とし、公共土木施設被害額は水害統計等の資料を基に一般資産被害額との比を求めて、被害率を設定している。

一般資産被害に対する被害率については、被害率調査時の社会情勢と現在の社会情勢とを比べると、耐久消費財の普及率や居住の仕方などが大きく異なっているため、現在の社会情勢に対応した被害率の設定を行う必要がある。

間接被害については、高度に多様な産業が関連しあう現在の社会情勢下では、治水経済調査要綱で想定している6%以上の被害が生じることが予想される。少なくとも水害による営業の停止と停滞に関する被害額を見積もり、社会経済情勢に対応した営業停止被害を算出する必要がある。

また、水害後に発生する後かたづけや消毒に要する費用など新たな費用、オフサイトにおいて生じる被害についても間接被害額の中に含める必要がある。

公共土木施設被害については、被害率が設定された当時の社会資本のストック量と現在の社会資本ストックでは大きな隔たりがあると考えられるため、現在の社会資本ストックに対応する公共土木施設被害率の設定を行う必要がある。なお、現在の公共土木施設被害率の中には、水害以外による被害額も含まれていると想定されるため、水害被害額だけを取り上げて被害率の検討を行う必要があると共に、公共土木施設被害の中には河川災害も含まれており、治水経済調査に河川災害までを含めて被害額の算定を行うかについても検討を行う必要がある。

(4) 経済性評価に関する課題と問題点

治水経済調査要綱では、年費用と年便益（水害被害額の軽減期待値）を比べ費用便益比を算出し、経済性の評価を行っている。

年費用としては、河川管理施設の用地費、工事費等を算出し、この総費用を50年間で償却するというものになっている。すなわち、50年経過すると用地買収や河川管理施設の工事をもう一度やり直すという考え方になっている。

しかしながら、用地は消費されることなく施設の耐用年数が経過しても残るものであることなどを考えあわせると、費用が過大に見積もられていることになり、費用の見積りを再検討する必要がある。また、年費用としているために利子率を考えているが、この利子率は他の公共事業に対して大きなものとなっており、相対

的に治水事業の費用を押し上げている。

費用については、評価期間内に発生する費用を算出し、評価期間以降に残る用地費等は費用から差し引くなどの処置をとる必要があると共に、将来発生する費用は現在価値化して算出するなどの方法を探るべきである。また、これと併せて便益も評価期間内に発生する総便益として捉えて、総便益対総費用に関する経済評価を行うことが必要である。

5. 治水経済調査マニュアル（案）の概要

治水経済調査マニュアル（案）は、前述したような治水経済調査要綱の問題点や課題を踏まえ、今後の治水事業において適用すべき治水経済調査の手法について検討を行った。

その概要は、以下のとおりである。

(1) 調査の基本方針

治水経済調査要綱では、年費用と年便益を比較して経済性を評価していたが、治水経済調査マニュアル（案）（以下、マニュアルという。）では治水施設の整備および維持管理に要する総費用と、治水施設整備によってもたらされる総便益（被害軽減）を、割引率を用いて現在価値化して比較する（図-2 参照）。このため、評価時点（新規事業採択時評価の場合は事業を採択する年度）を現在価値化の基準時点とし、治水施設の整備期間と治水施設の完成から 50 年間までを評価対象期間にして、治水施設の完成に要する費用と治水施設の完成から 50 年間の維持管理費を現在価値化したものの総和から総費用（ただし、施設等の残存価値は除く。）を、年平均被害軽減期待額を現在価値化したものの総和から総便益をそれぞれ算定する。

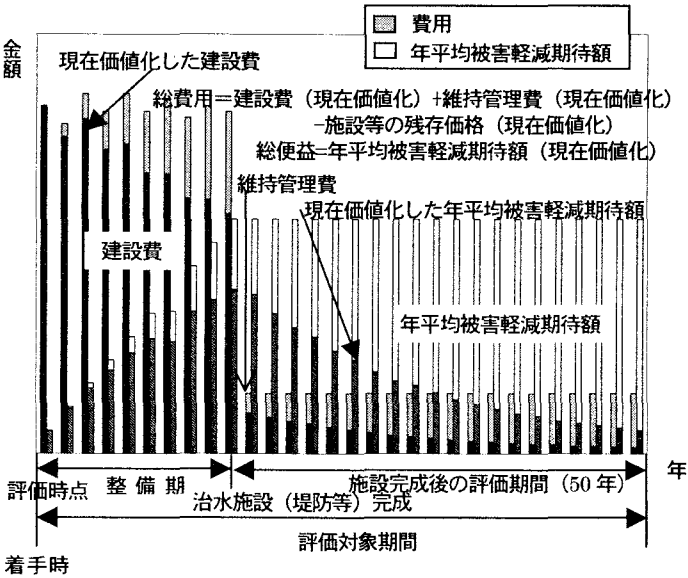


図-2 総費用、総便益の考え方

図-2 に示したとおり、河川整備計画ならびに河川・ダム事業の再評価および新規事業採択時評価等において、治水施設整備の投資計画と治水施設整備によってもたらされる便益を時系列的にとらえ、各年の建設費、維持管理費、年平均被害軽減期待額等を現在価値化して総費用、総便益を算定するものとする。

なお、評価対象期間として治水施設の整備期間と治水施設の完成から 50 年間とした主な理由は次のとおりである。

- ①治水施設の耐用年数は物理的な側面と社会的な側面とがあり、物理的な耐用年数は適正な維持管理により相当年数その機能が維持される。一方、社会的な耐用年数はその時代の価値観や社会的な要請が色濃く反映され、そのものの効用が変質するためあまり長い期間の予測は妥当でない。
- ②割引き計算にあたり、治水施設の完成から 50 年以降の費用と便益は現在価値化をすると大きな影響をもたない。
- ③さらに、税制上の措置として法定耐用年数があり、堤防は 50 年、ダムは 80 年とされている。

また、一連の調査について今後はより一層客観的かつ合理性のあるものとするのが肝要であり、その意味から無害流量の考え方等統一的な評価が可能なものについては極力統一する。

(2) マニュアル（案）における被害等の基本的な考え方

治水対策は、水系をシステムとして捉え、全川を対象として検討されるものである。したがって、防御対象氾濫原は、堤防、ダム等の治水施設を構成要素とする治水システムによって防御されることができると考えることができる。

防御対象氾濫原は、基本的には氾濫した河川水が到達する区域までとするが、この区域がすべて連続して存在している訳でなく、氾濫原及び河川の地形的な特徴によって幾つかの氾濫原に区分されるのが一般的である。このため、まず最初に、氾濫原や河川の特徴を勘案し、過去の洪水における氾濫状況等も踏まえて、防御対象氾濫原の区分を行うこととする。

氾濫原は、氾濫原を洪水から防御する一連の堤防によって守られている。従って、防御対象氾濫原毎に一連のシステムとして安全度を評価することが合理的である。なお、個別の堤防の評価を行おうとしても、前述したように堤防は治水の歴史的な産物であるため、堤体内の土質材料を正確に把握することが難しく、堤防の相対的な安全度評価はなし得たとしても、絶対的な安全度評価を行うことは不可能に近く、特定の堤防を評価することは困難である。このことから防御対象氾濫原毎にシステムとして安全度を評価せざるを得ない。

その評価としては堤防の高さが大きな指標となるが、

浸透作用及び水衝作用に対する堤防の安全度についても評価を行う必要がある。このため、堤防の高さだけでなく、堤防の質も含めた機能評価を行うこととする。

この方法としては、様々な方法が考えられるが、堤体内への河川水浸透に対する安全性を一つの判断基準として、これを堤体幅で評価することとし、定規断面によるスライドダウンを行って堤防の高さを補正することとする。また、水衝に対する安全性は高水護岸の有無によって評価を行うこととする。

上述したような評価を加味した堤防の高さを基に、河道計画で用いられている不等流計算法によって河道の流下能力を判定し、各防御対象氾濫原で流下能力を越えた時点から越水氾濫が始まるものとして被害額の算定を行うものとする。破堤をする地点は、上述したように防御対象氾濫原毎にシステムとして安全度を評価することとしているので、防御対象氾濫原毎に被害が最も大きくなる地点において破堤が生じることとする。

治水事業は、歴史的な産物である施設体系を前提として、これらの施設の機能をどのように強化するという典型的な機能強化型の事業である。機能強化を行う際には、中間的な目標を定め、逐次上下流、左右岸の治水安全度のバランスを図りながら進めることが一般的であるので、途中段階の河川整備の目標設定においては、上下流、左右岸の治水安全度のバランスを踏まえた安全度の設定が行われることを前提とする。

(3) 治水経済調査要綱からの主な変更点

上述したような基本方針や基本的な考え方、治水経済調査要綱の問題点を踏まえ、一連の調査を客観的に行えるように、マニュアルにおいては表-1に示したような変更を行った。

表-1 治水経済調査要綱からの主な変更点

項 目		治水経済調査要綱	マニュアル(案)
資産データの調査		市町村別等で集計（集計方法はとくに明記せず）。	国勢調査メッシュ統計等を用いた統一的方法とする（家屋及び家庭用品は再調達価格で評価）。
氾濫計算	破堤地点	破堤地点の選定については特に明記せず。	氾濫ブロック毎に被害額が最大となる地点を破堤地点として想定。
	氾濫条件	上流の越水や氾濫による流量低減等については特に明記せず。	流下能力のない箇所からの越水氾濫や氾濫に伴う下流の流量低減を考慮。
	解析方法	氾濫形態に応じた手法とするとしているが、その詳細は明記せず。	氾濫形態に応じた方法を採用することとし、河道流と氾濫流を同時追跡。
便益計算	評価方式	年便益で評価。	
	一般資産被害	昭和 36～42 年の水害被害実態調査における被害率を用いる。	平成 5～8 年の水害被害実態調査における被害率を用いる。
	公共土木施設等被害	昭和 37～42 年の防災白書、水害統計等における被害率を用いる。	昭和 62 年～平成 8 年の水害統計等による被害率を用いる。
	間接被害	営業停止損失	平成 5～8 年の水害被害実態調査における営業停止・停滞日数に応じた事業所の付加価値減少額を計上。
		その他	家屋及び事業所における応急対策費用について、平成 7・8 年の水害に関するアンケート調査に基づき計上。 交通途絶による波及被害等のその他の項目についても、個々の河川において合理的な計測が可能な場合は計上しても良い。
費用計算	評価方式	年費用で評価。	
	残存価値	考慮せず。	
	建設費	用地費を含む必要な事業費（算定方法は、特に明記せず）。	費目を整理し、費用算定方法を提示。
	維持管理費	事業費の 0.5％／年（年便益から差し引く）。	毎年の定常的な維持管理費と突発的・定期的に支出される設備交換等の費用を積算する。

6. 今後の課題

被害防止便益の算定にあたっては、幾つかの想定が必要となる。この想定の高からしさによって、治水経済調査の精度が左右されることになる。従って、今後は以下に示した事項についての検討を行うことが重要である。

(1) 氾濫区域内の資産の設定

被害防止便益の算定を行うにあたっては、その前提となる資産の想定を行う必要がある。戦後これまでは、国民経済の拡大とともに資産は増大してきており、将来の資産の想定は重要な要素であるが、それを具体的かつ合理的に設定することは、現時点の知見では困難であるため、基本的には現状の資産の状況が将来も変わらないと想定せざるを得ない。

(2) 水害から通常の社会経済活動に戻るまでの時間

水害によって生じる直接的資産被害額は同じであっても、被災者の有する収入や資産によって、また、被災地域の経済力や地域における被災者の割合等によって、水害から通常の社会経済活動に戻るために要する時間が大きく異なってくる。従って、厳密な被害額を算定しようとする場合には、被災地域における個人所得や経済力と総被害額（直接被害額と間接被害額の合計）の関係について過去の水害被害事例から整理して用いることが考えられるが、このようなデータは存在しない。

このため、被害額として最低限の額を算出するとの考え方から、直接的な資産被害については瞬時に回復し、事業所の営業停止被害等の間接的被害についても物理的に最低限必要な日数で通常の社会経済活動が行えると考えざるを得ない。

(3) 破堤地点の想定

洪水による被害額を算定するためには、堤防が機能しなくなる地点（破堤地点や越水地点）を想定する必要がある。しかしながら、堤防は歴史的治水対策の産物であり、堤体内の構成材料を特定することが困難であるため、相対的・定性的な堤防の信頼度評価はなし得たとしても、絶対的な信頼度評価を行うことは現実的には不可能に近い。従って、洪水に対する破堤地点は、決定論的に決めることができないので、破堤地点を想定せざるを得ない。

(4) 水害の原因となる洪水の規模の設定

洪水は自然現象であるため、既往最大の洪水に対する経済的な分析を行うだけでは不十分であり、他の河川との比較や目標整備水準に対する妥当性に対する経済的な評価を行うためには、対象とする洪水の規模を

その生起確率から設定することが必要となる。

洪水の生起確率を評価するためには、各河川流域で現在までに得られた降雨や流量などの資料をもとに水文統計解析を行う必要があるが、一級水系における将来の整備目標 1/100～1/200 に対して、我々が利用できる降雨や流量資料は高々 40～50 年程度のものであり、水文統計解析の標本の大きさとして必ずしも十分なものであるとは言い難く、今後の洪水の発生状況によっては、洪水の生起確率が変化する可能性があり、従って対象とする洪水の規模が変化する可能性がある。

(5) リスクプレミアムの取り扱い

治水施設のように全体としてのリスクを低下させるプロジェクトについては、リスクプレミアムを考慮する必要がある。例えば、50 年に 1 回の確率で 1,000 万円の被害を被るという選択肢と、これを回避するために毎年 20 万円を支出するという選択肢とがあった場合、年間の損失の期待値はともに 20 万円であるが、通常人であれば後者が有利と判断する。これは、所得の限界効用逓減により、1,000 万円の損失による犠牲の方が 20 万円の損失による犠牲の 50 倍よりも大きいためであり、両者の差異がリスクプレミアムである。リスクプレミアムがある場合、通常の投資よりも低い割引率で評価するか、便益を高く評価することが考えられる。

効率性だけでなく公平性をも考慮に入れた治水事業の経済的な評価を行うことが今後重要になることを勘案すると、上述したような課題の中で特に重要になると考えられるのが、水害から通常の社会経済活動に戻るまでの時間の設定とリスクプレミアムの取り扱いである。

今後は、この二点についての調査を行い、治水経済調査における取り扱いについて検討を行う予定としている。

参考文献

- 1) 中安 米蔵：治水計画における洪水流量について一千代川を中心として一、昭和 25 年 6 月
- 2) 昭和 37 年 5 月 24 日付建河発第 294 号：水害区域資産調査等調査要綱（最終改正は昭和 40 年 6 月 24 日付建河発 247 号）
- 3) 昭和 36 年 5 月 29 日付河川計画課長名文章：治水経済調査方針及びとりまとめ方法
- 4) 治水経済調査要綱：昭和 45 年 4 月
- 5) 治水経済調査マニュアル（案）：平成 12 年 5 月
- 6) 建設省土木研究所：氾濫シミュレーションマニュアル（案）、平成 8 年 2 月

(2000. 4. 17 受付)