

石狩川下流域における各地域の洪水被害特性

Damage characteristic of flood in Ishikari basin

北海道大学工学部                      ○学生員                      佐伯勇輔                      (Yusuke SAEKI)  
北海道大学工学院                      フェロー                      鈴木英一                      (Eiichi SUZUKI)  
北海道大学工学研究科                      正会員                      山口里実                      (Satomi YAMAGUCHI)

1. はじめに

石狩川流域は、過去幾度となく洪水の被害を受け、洪水に悩まされていた地域である。明治43年から改修工事が始まり、昭和末頃には、堤防の完成の高さになり、現在は各地域が図-1のように堤防で囲まれている状態である。そのため、現在では洪水が発生した場合、各地域が独立して被害を受けるようになっている。また、その計画堤防高は、150年に一度の洪水時における外力で決められている。これに対して300年、500年、1000年という計画外規模の外力に対する検討は行われているものの、地域別の洪水被害特性については詳細に検討されていない。本研究における洪水被害特性とは、どこに資産が集中し、どれほどの被害額が生じるか、洪水によって土地利用上に与えるどのような影響をあたえるか等を意味する。外力が大きくなると各地域の被害特性が顕著に表れることが予測されたため、各地域の洪水被害特性を細かく知ることは、計画外規模の外力による洪水を検討する際の必須事項であると思われる。また、超過洪水に対する内水被害については、十分に検討されていない。そこで本研究は、内水氾濫、超過洪水を共に考慮し、各地域の計画外規模の外力に対する洪水被害特性について細かく調査する。対象地域は、図-1の石狩川下流域における黄色で示された15の地域である。これは、H22年度「石狩川直轄河川改修事業再評価検討報告書」<sup>1)</sup>を参考にして、石狩川下流域の氾濫域のうち、石狩川沿いの地域を対象としたものである。

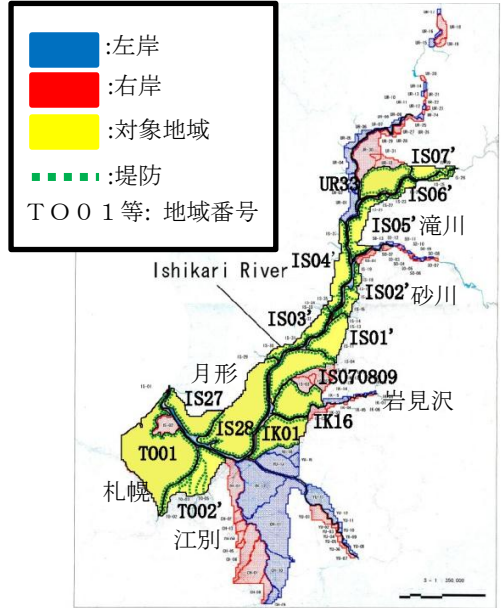


図-1 対象地域

2. 過去の洪水比較

まず、各地域の特性を図るため「捷水路」<sup>2)</sup>を参考に過去の洪水による被害について調査した。本章では、3つの過去の洪水被害を比較した。対象とした3つの洪水は、明治37年、昭和37年、昭和56年時の洪水である。それらの被害状況については、図-2に示す。

2. 1 3つの年度の洪水比較

明治37年洪水時は、石狩川下流域において改修前のほぼ原始河川の状態である。すべてが外水被害であり、ほぼ全域にわたって洪水被害を受けていることから、潜在的に石狩川下流域は洪水被害を受けやすい地域であったことがわかる。

昭和37年洪水時は、石狩川本線の捷水路工事がほぼ終了し、築堤は下流を中心として行われた。暫定堤防の築堤率は約40パーセントとなっていた。明治37年洪水と比較すると札幌市にあたるTO01の洪水被害が顕著に小さくなり、氾濫面積が約半分になったことがわかる。この被害の軽減は、築堤や捷水路工事等の治水事業による効果であると考えられる。

昭和56年洪水時は、暫定堤防はほぼ完成し、石狩川下流域において、堤防の連続化が実現した。この時点から堤防のかさ上げが行われるようになり、現在も継続して行われている。昭和37年洪水を比較するとき注目すべき点は、2つある。1つ目は、昭和37年洪水の3日間の流域平均雨量は、149mm、昭和56年洪水は、282mmと、外力は大きくなっているにも関わらず、氾濫面積はほとんど同程度で、外水被害が小さくなったことである。これが、暫定堤防ではあるが、上流の堤防が連続したことによる効果だと考えられる。2つ目は、IS070809、IK16の岩見沢を含む地域では、外水被害の代わりに内水被害を受けるようになっていることである。この原因の一つとして、表-1のように、岩見沢の雨量が多いことが考えられる。その他の原因としては、堤防高より地盤高が低い箇所が多い、もしくは、集水域が広いということが考えられる。これらに関しては第4章の第4節で詳しく検討する。明治37年、昭和37年、56年の全ての年度を比較すると、IS070809は、全域にわたって洪水被害を受けており、洪水被害をよく受けていた地域であったことがわかる。

表-1(3日雨量)<sup>2)</sup>

| 主要地点雨量<br>(mm)       |             |              |  | 流域平均雨量<br>(mm) |
|----------------------|-------------|--------------|--|----------------|
| 昭和<br>56・8<br>(1981) | 札幌<br>294.0 | 岩見沢<br>410.0 |  | 282            |
|                      | 旭川<br>297.0 | 富良野<br>230.0 |  |                |

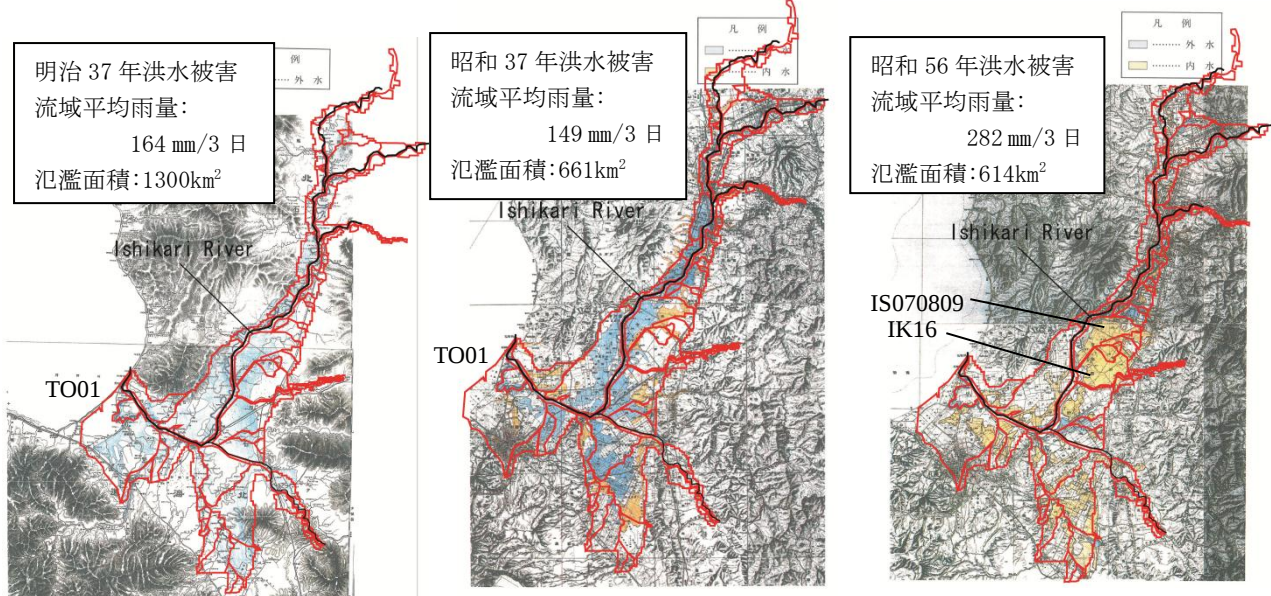


図2 過去の洪水<sup>2)</sup> (青：外水被害、黄：内水被害)

### 3. 石狩川下流域の各地域における特性

本章では、札幌市における豊平川の左岸側地域である T001、豊平川右岸側である T002'、月別、当別あたりである IS28 の3つの地域を例に地盤高さ、農地分布、資産分布の観点から石狩川下流域の地域特性を把握する。

#### 3.1 地盤高さ

地域ごとの地盤高さをH18年度の国勢調査<sup>3)</sup>をもとに作図したもの図-3に示す。T001、T002'は地域内の地盤の高低差は大きい、IS28は、地域内の地盤高低差がT001、T002'ほど大きくない。図-3をみると、堤防高さまで水位が上昇したときT001、T002'では低地での浸水が予想されるが、地盤高さが高い地域にはほとんど浸水しないものと考えられる。一方で、IS28はほぼ全域にわたって浸水する。

#### 3.2 農地分布

250mメッシュにおける農地の割合について、国勢調査<sup>3)</sup>をもとに作図したものを図-4に示す。T001、T002'はともに堤防高より地盤高が低い地域にのみ農地が分布する。IS28は、ほとんどの地域が農地として使われている。3つのどの地域をとっても、堤防高さまで水位が上昇するとき、ほとんどの農地が浸水することがわかる。浸水しやすい箇所に農地が分布していることがわかる。

#### 3.3 資産分布

資産を算出するとき、平成17年度の「治水経済調査マニュアル」<sup>4)</sup>と国勢調査<sup>3)</sup>を参考にした。平年収量は、水稻10アール当たりの平年収量用い、農作物価格は、水田では米、畑では麦として治水経済調査マニュアルをもとに算出した。算出結果を作図したものを図-5に示す。T001は、地盤高が高い地域を中心に資産が集中して分布している。堤防高さまで水位が上昇すると資産が集中している地域の約半分の地盤高さまで浸水する。T002'では、資産は地盤高が高い地域に限定して集中し、堤防高さまで水位が上がったとき、資産が集中している地域ま

では浸水しない。IS28は、T001とT002'より資産が極端に少なく、資産が分散している。

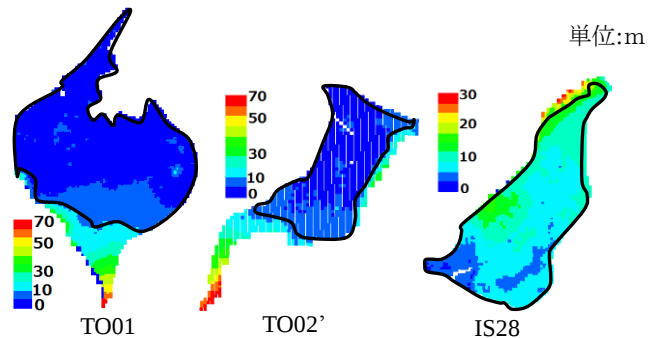


図-3 地盤高さ(黒線で囲まれた部分が堤防高さまで水位が上昇した場合、浸水する範囲を示す)

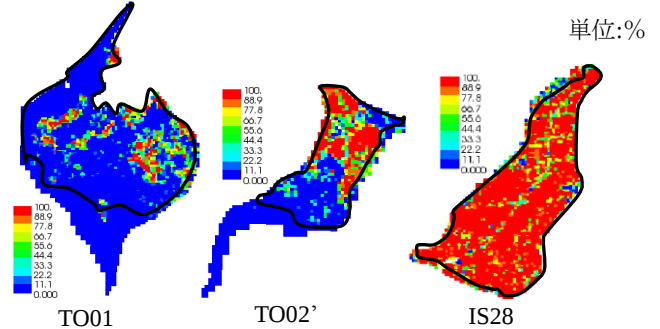


図-4 農地分布(黒線で囲まれた部分が堤防高さまで水位が上昇した場合、浸水する範囲を示す)

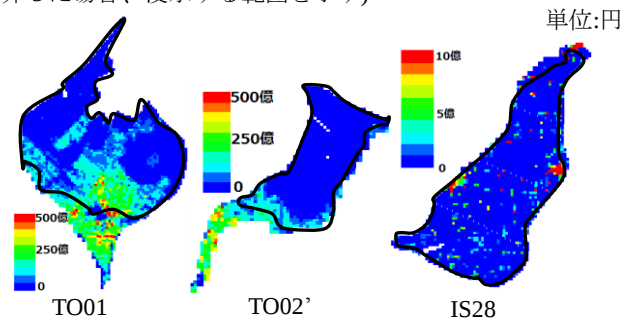


図-5 資産分布(黒線で囲まれた部分が堤防高さまで水位が上昇した場合、浸水する範囲を示す)

#### 4. 石狩川下流域の各地域の比較

本章では、図－1で示した対象とする全地域の特徴を比較することによって石狩川下流域の特徴を把握する。

##### 4. 1 堤防高における水の体積

堤防高さまで水位が上昇した場合につく水の体積(以下、 $V_0$ とする)を図－6に示した。ここでの堤防高さは、各地域における石狩川上流端の堤防高さである。このグラフより水位が堤防高さまで上昇した場合、IS28に水のつく量が顕著に多いことがわかる。

##### 4. 2 資産

3章で資産を算出したが、それと同じ方法で算出した。その算出結果を図－7に示す。T001のグラフは便宜上途中を省略した。図－7を見ると、札幌市にあたるT001の資産が顕著に大きいことわかる。T001は約18兆円の資産となり、最も資産が小さいIS07'では、約400億円の資産を持っている。石狩川下流域は、T001に資産が一極集中しているといえる。

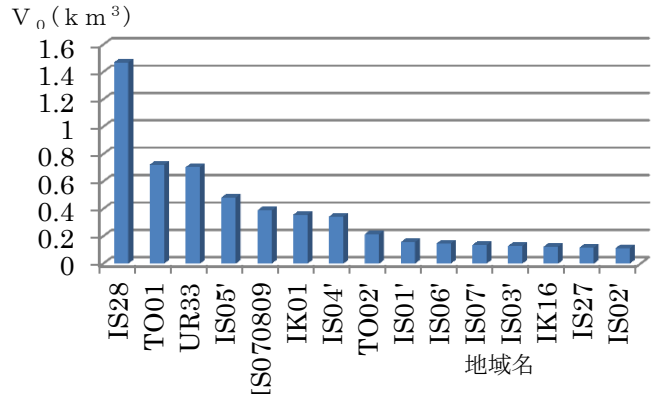
##### 4. 3 直接被害額

直接被害額を図－8に示す。3.3で算出した資産額をもとに被害額を算出した。算出は、治水経済調査マニュアル<sup>4)</sup>をもとに行った。治水経済調査マニュアル<sup>4)</sup>によると、被害額は、被害率と資産額を乗じることで算出される。被害率は地盤勾配と水深によって決められる。水位は4.1で利用した堤防高さ、浸水日数は3～4日、各地域における地盤勾配については、地形図をもとに設定した。T001のグラフは便宜上、途中を省略した。図－8を見ると、被害額はT001が最も大きいことが分かる。図－7と比べるとT001、豊平川右岸側のT002'の被害額は、それぞれ資産額の約3割、1割となっており、浸水域に資産が集中していないことがいえる。一方で、IS05'、UR33といったそれぞれ滝川、深川といった石狩川下流域の中核都市を含むこの2つの地域の被害額は、それぞれ資産額の約6割、8割となっており浸水域に資産が集中しており、浸水しやすい地域に資産が集中していることがいえる。

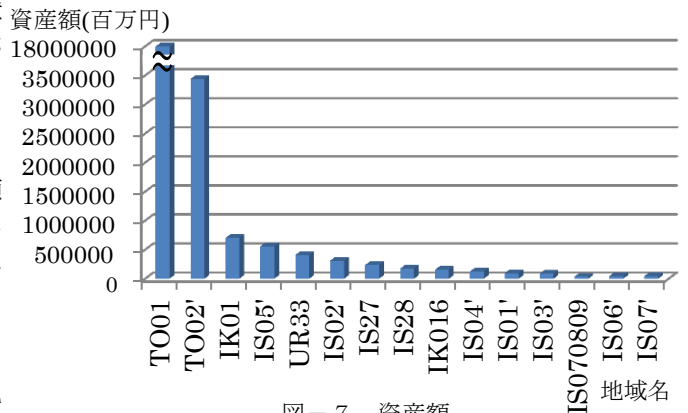
##### 4. 4 集水域

集水域とは、雨が降った場合、雨がその地域に集まる領域を表したものであるため、集水域の面積の大きさは、内水氾濫に対して潜在的に被害を受けやすいか、受けにくいということを表す一つの指標と考えられる。各地域の氾濫域の面積と集水域の面積とを比較したグラフを図－9に示す。ここで、2.2でふれた昭和56年洪水における内水被害を考察する。岩見沢市であるIK16、IS070809は、昭和56年洪水において、内水被害を広く受けている事が分かる。これは、2.2で考察したとおり、当時の岩見沢の雨量が顕著に多いことと、集水域が大きい、もしくは、堤防高より地盤が低い箇所が多いことを原因とした。図－9よりそれらの地域の集水域は氾濫域とほぼ同程度の面積で集水域は小さいといえるため、IK16、IS070809は、堤防高より地盤が低い箇所が多いと

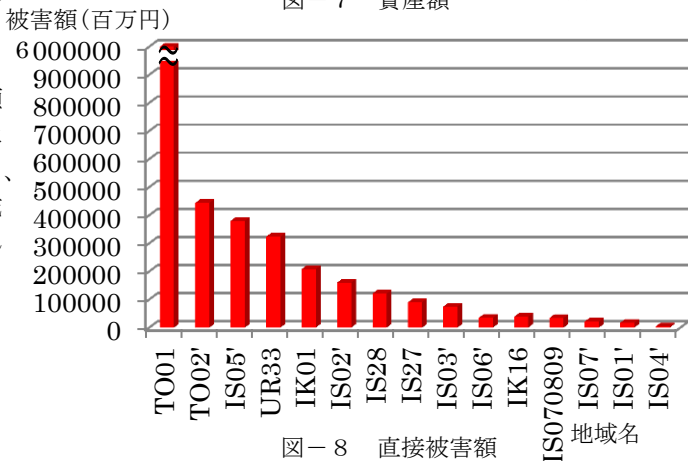
いえる。先述したとおり、氾濫域に対して集水域が広い地域は内水被害を受けやすい地域であるため、図－9より、T002'、砂川市を含むIS02'、その対岸側であるIS04'は内水被害を受けやすい地域であるといえる。



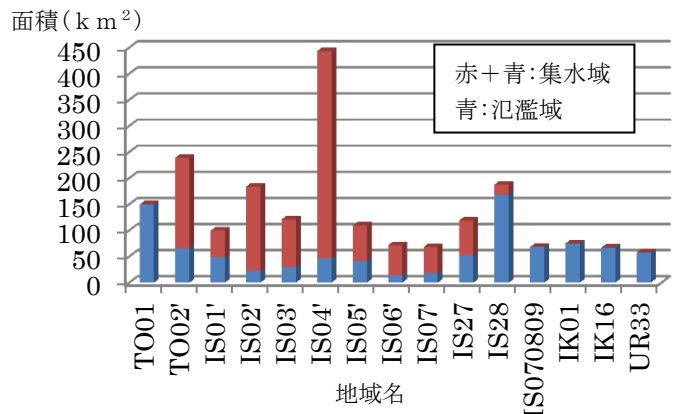
図－6 堤防高における水の体積



図－7 資産額



図－8 直接被害額



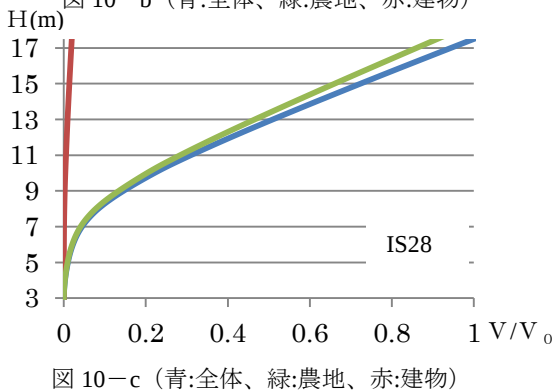
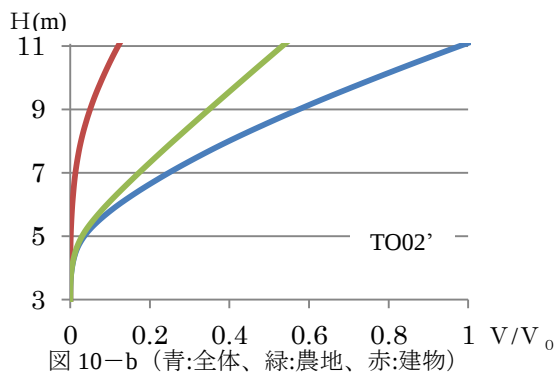
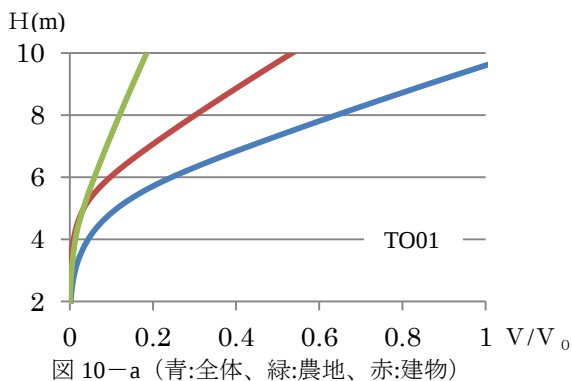
図－9 集水域と防御対象区域

#### 4. 5 H - $V/V_0$ グラフ

地域特性により各地域を分類するため、 $H - V/V_0$  グラフをつくった。このグラフを作成するために必要な資産、地盤高は国勢調査<sup>3)</sup>を参考とした。 $H - V/V_0$  グラフとは、 $H$ は水位(m)を表し、 $V$ はある水位で各地域についた水の体積( $\text{km}^3$ )を表す。このグラフの特徴として、ある地域にどれほどの水がついたかという事だけではなく、おおよそどこに建物や農地が分布しているかという事を把握する事ができる。対象地域である 15 の地域に対して  $H - V$  グラフを作った。そうすると 3 つのグループに分けることができた。そのグラフを図-10 に示す。今回は、その 3 つのグループをそれぞれグループ A、B、C とする。以下で各グループの特徴を示す。

##### 4. 5. 1 グループ A

代表例として T001 を例にとり、図 10-a に示す。この地域の特徴は、ある水位において建物用地のほうが農地より浸水体積が大きいことである。つまりこの地域における浸水域の土地利用が、農地より建物用地への利用のほうが多いことが示され、人口や資産が大きい場所が浸水する可能性が高いという特徴がある。



##### 4. 5. 2 グループ B

代表例として T002' を例にとり、図 10-b に示す。グループ B とグループ C の共通の特徴は、建物用地より農地のほうが、浸水体積が大きいことである。今回、 $V/V_0=1$  となる水位のとき、建物用地を表す赤のグラフの値が 0.1 に達するか、達しないかでグループ B とグループ C に分けた。グループ B は、農地の緑のグラフが  $V/V_0=1$  となる水位のとき、0.1 以上となる地域である。

##### 4. 5. 3 グループ C

代表例として IS28 を例にとり、図 10-c に示す。グループ C は、農地の緑のグラフが  $V/V_0=1$  となる水位のとき、0.1 以下となる地域である。図 10-c を見ると、その地域の浸水体積の内、ほとんどが農地に浸水することがわかる。つまり、浸水域の土地利用のほとんどが農地であることを表す。

#### 4. 6 $H - V/V_0$ グラフにおける考察

グループ A には、T001 のみが分類され、グループ B には、T002'、IS02'、IS05' の 3 つの地域が分類され、グループ C には、その他の対象地域の中、上流域の 11 つの地域が分類された。石狩川下流域では、グループ C に属する地域が顕著に多いことがいえる。つまり、石狩川下流域には、地域別の浸水域のうち建物用地が 10% に満たないほとんどの土地利用が農地である地域が多いことがいえる。

#### 5. おわりに

本研究では、地域別に焦点を当てて洪水被害特性を把握した。以下に石狩川下流域の特徴を示す。

- 1) 明治 37 年から昭和 56 年の捷水路や築堤等の治水事業により、外水被害が小さくなり、安定して生活を営めるようになった。
  - 2) 札幌市の豊平川右岸側 T001 は、約 18 兆円であり、石狩川下流域全体の資産の約 70% をもっている。
  - 3) 一部を除き対象地域の中、上流域の土地利用のほとんどは農地である。
  - 4) 砂川市を含む IS02'、その対岸の IS04'、豊平川右岸の T002' は、内水被害を受けやすい地域である。
- 今後の課題として、各地域における確率年規模ごとの内水、外水に対してどのような被害を受けるかという事を検討していく事が挙げられ、今後それらを検討していく予定である。

謝辞：今回の研究を行うにあたって、北海道開発局からの情報提供を賜りました。北海道開発局に心よりの感謝の意を示し本文の結びとする。

#### 参考文献

- 1) 北海道開発局札幌建設部：石狩川直轄河川改修事業再評価検討報告書、2010。
- 2) 山口甲、品川守、関博之：捷水路、1996。
- 3) 総務省統計局：国勢調査、2006。
- 4) 国土交通省河川局：治水経済調査マニュアル、2005。