

# 洪水氾濫原における土地利用と 水辺緩衝空間に関する研究

RESEARCH ON LAND UTILIZATION AND WATERFRONT BUFFER SPACE  
IN FLOODPLAIN

土木研究所寒地土木研究所

正会員 佐藤 圭 (Kei Sato)

正会員 平井 康幸 (Yasuyuki Hirai)

## 1. はじめに

近年、気候変動により広がる自然の猛威と、地域の高齢化やコミュニティの弱体化に伴う災害に対する脆弱性の高まりにより、災害リスクの拡大が懸念されている<sup>1)</sup>。自然災害のリスクに対しては、治水施設などの構造物だけでは限界があり、第一義的に考えるべき『人命を守る』ことに対して防災の基本理念である「共助力」、「自助力」向上の必要性が指摘されている。一方、地域の壊滅的被害を回避するには災害リスクの高い箇所の土地利用を適正化する必要がある、氾濫原マネジメントによる被害軽減対策の概念が徐々に浸透し始めている。氾濫原管理について、人間の住空間と氾濫区域のすみ分けに加え、その間に空間を設けることで被害を軽減する緩衝空間の重要性も提唱されている<sup>2)</sup>。この緩衝空間は、単に災害の外力を受け止め住空間への被害を軽減する機能のみならず、河川や海などの自然環境への人間活動の影響を緩和する機能も有している。水辺の緩衝空間を創出することで治水施設などの構造物の整備や国土開発により発展・拡大した人間の住空間に替わって喪失した氾濫原環境の復元も期待できる。

本研究では、日本有数の大川であり近代目覚ましい発展を遂げた石狩川流域における土地利用の変化と経済的発展について治水事業による効果の観点から評価した。また、水辺緩衝空間に着目してその治水効果の可能性について検証した。

## 2. 石狩川流域の治水対策と土地利用の変遷

100年前には不毛の地と言われていた石狩川流域の広大な土地は、明治以降大規模な洪水対策事業と農地基盤整備事業の実施により大きな変貌を遂げた。図-1に石狩川流域図を示す。石狩川流域は北海道道央地方に位置し、面積は北海道全体の17%を占め、札幌市、旭川市をはじめとする大都市を抱え、北海道の社会、経済、文化の基盤をなしている。

### (1) 石狩川流域の治水対策

かつて石狩川流域は自然氾濫原として広大な湿地帯であった。高い開拓ポテンシャルを持ったこの流域では明治2年に札幌に開拓使が置かれたことから大規模な治水事業が始まった。明治43年の石狩川第1期工事に始まった治水事業は、生振捷水路をはじめとする捷水路工事、堤防工事、浚渫工事、夕張川や豊平川などの河川の切替、桂沢ダム、金山ダム等のダム事業などが行われた。

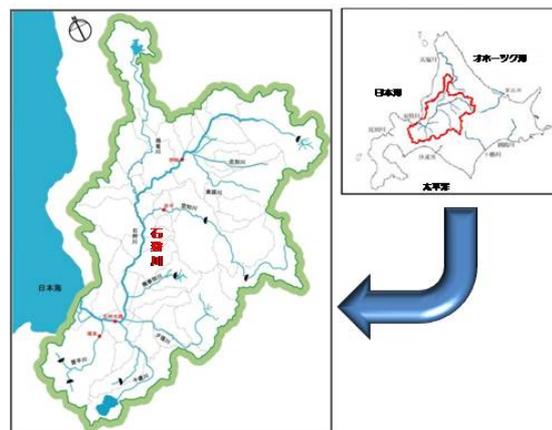


図-1 石狩川流域図

表-1 石狩川洪水の氾濫面積

洪水	雨量(mm/3日)	石狩大橋地点 観測流量 (m <sup>3</sup> /s)	氾濫面積(km <sup>2</sup> )		
			内水氾濫	外水氾濫	合計
明治37年7月	177(札幌)	不明	-	1,500	1,500
昭和37年8月	133(流域平均)	4,410	224	437	661
昭和50年8月	173(流域平均)	7,533	170	123	293
昭和56年8月上旬	282(流域平均)	11,330	517	97	614
平成13年9月	171(流域平均)	6,598	1	37	38

注1) M37洪水については、内外水の区別ができていないが、当時の状況から全て外水氾濫と判断

昭和44年には本川では最後の捷水路となる砂川捷水路が通水し、本支川の築堤も暫定的ながら連続したが、昭和50年8月、さらには昭和56年8月に大洪水が発生した。表-1に石狩川流域の代表洪水における氾濫面積を、内水氾濫、外水氾濫別に示す。昭和50年代の洪水ではこれまでの治水事業の効果が発揮され、外水氾濫面積は縮小されたが、代わりに内水氾濫により多大な被害が及ぼされた。この洪水を機に治水計画規模の大幅な見直しが行われ、治水安全度の一層の向上を促すとともに内水対策の必要性が認識され、昭和54年には札幌市北部において総合治水事業に着手した。

総合治水事業は都市化の進展に伴う流域の保水・遊水機能の低下に対し、都市計画や下水道事業の関係機関と連携して、総合的に治水対策を講じる施策である。これまでの洪水を河道内に押し込めることの限界を理解し、将来的な土地利用を見越した形で雨水処理の分担を下水道や流域対策に求めたほか、土地利用計画まで秩序をもたらした総合的な氾濫原管理といえる。

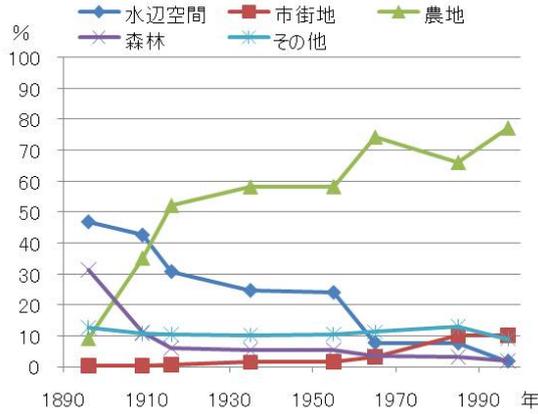


図-2 石狩川下流氾濫原の土地利用の変化

(2) 石狩川流域の土地利用の変遷

石狩川流域の治水事業の進捗と共に氾濫原の土地利用も大きく変貌した。図-2に石狩川下流氾濫原の土地利用面積の変化を示す。氾濫原の半分近くを占めていた水辺空間や森林はその姿を農地に換え、さらに札幌市や旭川市をはじめとする市街地が拡大した。現在では石狩川の洪水氾濫原は北海道の社会、経済的中心部として発展し、さらに都市部の周辺では日本で最大の稲作地帯として流域の耕地面積全体の約70%が水田で占められている。この稲作地帯は単に規模が大きいということだけではなく、全国のブランド米を凌駕する優良品種を生産する米どころとして日本の食料基地の重要な役割を担っている。

流域が発展する一方、氾濫原内の資産の増大により洪水による氾濫規模が縮小しても経済的な被害額は増大する傾向にある。加えて、居住人口の増加などにより総合的なリスクは高まっており、超過規模の災害に対し氾濫原の適正な土地利用は危機管理として緊急の課題である。

3. 石狩川流域の治水事業の効果

氾濫原は適正な土地利用を行うことで、自然災害に対する被害軽減効果や環境生態系の保全回復効果が期待できる一方、社会経済に大きな影響を及ぼす側面も有している。また、治水事業の進展に伴い、未完成ながら治水整備水準が上がった昨今では、治水効果の発現にこれまで以上に多大な投資が必要であり、無尽蔵とはいかない国家財政を鑑みてもより一層の治水投資の効率化が望まれている。氾濫原内で生活を営んでいる地先住民とのコンセンサスを得るためにも治水事業による土地利用の高度化と社会経済の発展の関係について分析し、氾濫原管理の評価方法および指標の開発が必要である。

ここでは、石狩川流域をモデル地区として明治の北海道開拓以降の治水事業について氾濫原管理という観点からその効果を分析した結果<sup>3)</sup>を元に氾濫原管理の評価指標を選定した。図-3に治水事業の効果とそれから波及する社会的な波及効果のプロセスを示す。治水



図-3 治水事業の波及効果プロセス

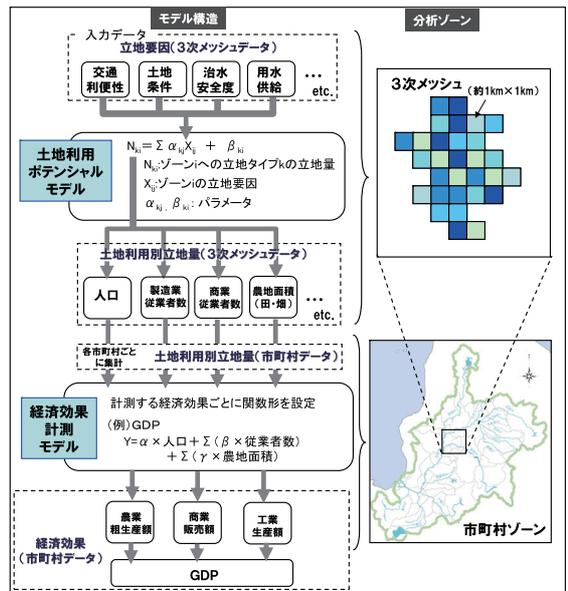


図-4 治水事業効果計測モデルの構造

事業(河道整備・堤防整備・洪水調節施設整備)の効果をも「直接効果」と「間接効果」に分類し、かつこれらからの「波及効果」として社会経済的な効果をあげている。

(1) 評価計測モデルの概要

モデルの概念図を図-4に示す。治水事業の直接効果、間接効果を治水安全度とし、治水事業以外の要因による土地利用条件等も説明変数に加えた土地利用ポテンシャルモデルにより人口、農業面積、産業就業者数等の立地量を算出する。さらに、経済効果計測モデルは、土地利用ポテンシャルモデルから算出された立地量を元に産業別生産額を算出し、これらからGDPを算出するものである。

分析手法としては重回帰モデルを採用しており、それぞれのモデルの目的変数と説明変数を表-2に示す。説明変数の選定については、可能な限り前述した治水事業の波及効果項目を選定することとし、治水事業以外の重要な要因を含めることとしている。

(2) 石狩川治水事業効果の計測

上記モデルを用いて、治水事業による経済効果について評価した。評価は治水事業着手前後のGDPを算出し<sup>3)</sup>比較することで行うこととした。治水事業着手前は明治43年ごろとし、治水安全度については当時の洪水記録から推定し一律概ね5分の1程度に設定して

表-2 モデルパラメーター

土地利用ポテンシャルモデル		
説明変数		目的変数
土地利用条件	市街化区域	人口
地形	最大傾斜角度	2次産業従業者数
交通条件	最寄り駅までの距離	3次産業従業者数
	札幌駅からの距離	製造従業者数
治水安全度		商業従業者数
土地利用条件	その他用地面積比	水田面積
	森林等面積比	畑地面積
	市街化区域	水田評価額
治水安全度		畑地評価額
用水供給(水田)		
経済効果計測モデル		
説明変数		目的変数
水田評価額		農業生産額
畑地評価額		商業販売額
商業従業者数		工業生産額
製造業従業者数		
農業生産額		域内総生産 (GDP)
商業販売額		
工業生産額		

表-3 氾濫原管理に関する指標

土地利用	交通条件	治水安全度
市街化区域面積比	最寄り駅までの距離	治水安全度
都市地域面積比	札幌駅までの距離	用水供給面積比
森林等面積比		
その他用地面積比		
最大傾斜角度		

いる。事業着手後は平成15年とし、治水安全度については氾濫解析結果<sup>4)</sup>よりメッシュ毎に設定している。

図-5に治水事業による経済効果比較として、自治体ごとの治水事業着手前後の総生産額(GDP)の差を示した。流域内の札幌市や旭川市をはじめとする都市型の自治体では概ね経済効果の発現が大きい。札幌市周辺道央圏の都市では治水投資規模に対して経済効果の発現が小さい傾向が見られた。これらの地域では、総合治水事業や遊水地事業が進められており、氾濫原の特徴に応じた治水対策を実施していることは今後の氾濫原管理を考える上で重要な示唆を与えるものである。

また、農地型の自治体ではGDPの増加は顕著ではないが、農業生産額の増加割合が高い傾向が見られた。本川及び主要支川の中下流沿川の自治体は水田が主要農地であり治水事業の効果が有効に現れたが、同じ農業型でも畑作中心の地域や上流の自治体では効果が小さいことが判った。

以上より、表-3にまとめた項目を指標とすることにより氾濫原管理を経済発展の観点から評価することが可能であることが示唆された。今後は都市型と農地型など、氾濫原を土地利用によって分類し、より地域の特徴にあった評価を行う必要があると考えられる。

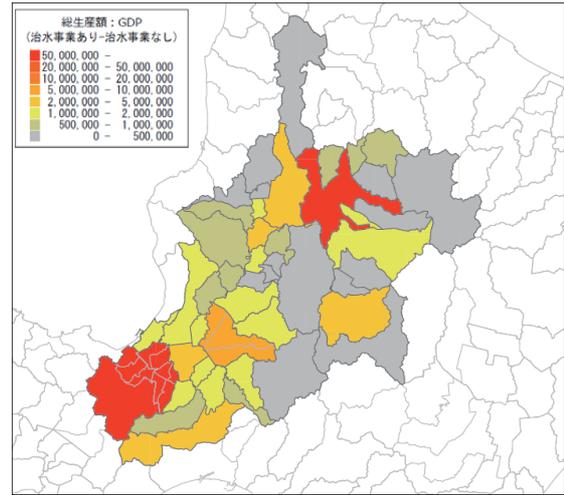


図-5 石狩川流域経済効果比較図

#### 4. 氾濫原における水辺緩衝空間による治水効果の検証

##### (1) 緩衝空間の重要性

前述した通り、石狩川流域では治水事業により大きな経済発展を遂げ、同時にその姿を大きく変えてきた。喪失した水辺空間は洪水氾濫の外力を受け止める緩衝空間であり、水辺の生態系をはぐくむ基盤となっていたが、現在では治水事業の進展により人間の生活空間として有効利用されている。しかし、河川周辺地域の土地利用の高度化の一方で洪水氾濫によるリスクの高まりが懸念されている。氾濫原管理を考える上で、洪水被害軽減にも効果的であり環境保全上の有効な「水辺緩衝空間」の意義を再確認し、この水辺緩衝空間に着目して流域を見直す必要が指摘されている<sup>5)</sup>。

全国の一級河川の安全度と環境保全の可能性を評価する資料として氾濫空間と水辺緩衝空間の面積率を図-6に示す。北海道の河川は全国でも比較的氾濫面積に対して水辺緩衝空間が多い部類に属しており、特に釧路川は突出していることが判る。釧路川は日本で最大の湿原である釧路湿原を自然氾濫原として有し、湿原の遊水機能により下流の釧路市の洪水被害を軽減している。釧路湿原は特有の動植物の生態系をはぐくむ貴重な環境であり、日本で初のラムサール登録湿地であるが、近年土砂流入の影響などにより湿原面積が減少し、保全と再生の取組が盛んに行われている<sup>6)</sup>。このように釧路湿原は洪水被害軽減効果と水辺生態系の保全機能を併せ持つ水辺緩衝空間の代表であるといえる。

治水に限らず自然災害に対する被害軽減対策として緩衝空間は重要な役割を担っている。観光地である洞爺湖温泉は有珠山の噴火口直下に位置している。有珠山は20~30年毎に定期的に噴火を繰り返しており、2000年の噴火は記憶に新しい。この温泉街では当初火山噴火に対する緩衝空間が無く、度々泥流などによる被害を受けてきたが、2000年の噴火後、街全体で次の噴火に備え砂防ダムや泥流流路口等の緩衝空間を設定する被害軽減対策を講じた。

また、東日本大震災では防災施設の限界が露呈し、街

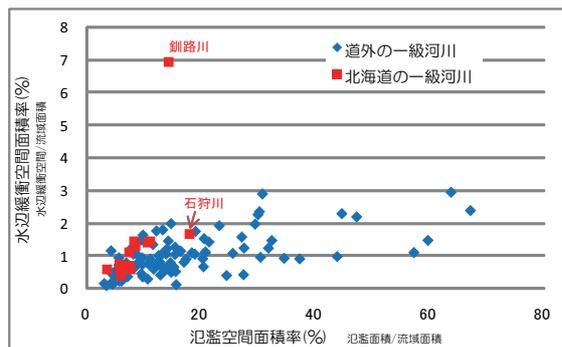


図-6 一級河川流域の水辺緩衝空間と氾濫空間

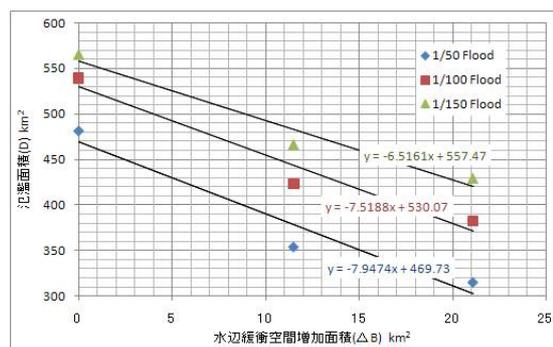


図-7 水辺緩衝空間の増加による氾濫面積の変化

の復興に際し住空間と緩衝空間との土地利用の適正化の議論が盛んに行われている。これらの教訓を踏まえ、来るべき大災害に対し適正な緩衝空間の設定は最重要課題であるといえる。

### (2) 水辺緩衝空間による治水効果の検証

現在、石狩川流域では治水対策として氾濫原に大規模な遊水地の建設を進めている。1995年には砂川遊水地が完成した。この遊水地は捷水路工事により切り離された蛇行部を洪水調節に利用するための施設である。また、石狩川(下流)河川整備計画の中では石狩川沿いと千歳川流域における遊水地建設が位置づけられ、事業が進められている<sup>7)</sup>。

遊水地の建設は水辺緩衝空間の創出であり、活用方法によって洪水被害軽減効果の他に様々な機能が期待できる。

- ・耕作地やグラウンドなど人間の活動の場
- ・砂川遊水地のように水辺空間としての活用の場
- ・釧路湿原のような生態系保全のための場

など、氾濫原の特徴、地域住民のニーズなどによりその役割は多岐にわたる。

遊水地を事例として、河川近傍の水辺緩衝空間を回復し活用することによる治水効果を試算した結果を図-7に示す。石狩川流域の治水対策を総合的に評価し、遊水地の治水機能が最大限発現する条件において、水辺緩衝空間(遊水地)の面積の増加に伴う各流量規模毎の氾濫面積の変化を示している。この結果、水辺緩衝空間の増加面積(ΔB)に対し、概ね6.5~8倍の氾濫面積の減少効果があることが示唆された。今回の試算では水辺緩衝空間の面積を10~20km<sup>2</sup>まで拡大させており、この場合、氾濫面積は石狩川流域全体で65~160km<sup>2</sup>減少することとなる。氾濫原のうち洪水被害の大きいところを遊水地として限定された土地利用とすることにより、より安全な区域が遊水地の6.5~8倍程度の大きさで生まれる可能性があるということは、治水機能以外の効果も鑑みても流域の保全と発展のために水辺緩衝空間は有効であるといえる。

### 5. まとめ

今回、石狩川流域をモデルとして治水事業と土地利用の変遷について概観し、氾濫原管理の評価手法として治水事業による流域の経済的発展効果について分析

した。その結果、評価指標として土地利用条件や交通条件、治水安全度が選定され、以下のことが明らかになった。

- 都市型自治体では治水事業による経済効果が有効に現れる
- 治水投資に比べ経済発展効果が小さい地域では氾濫原の特徴に応じた治水対策が必要である
- 農地型自治体では総生産額(GDP)の増加効果は小さいが、農業生産額の向上が特徴的に現れた
- 水田主体の自治体では治水効果有効に現れるが、畑作主体の地域では効果発現が小さい

また、今後の課題として、土地利用別の評価が必要であることがあげられる。

さらに、水辺緩衝空間について治水機能の効果検証を行った。その結果、遊水地などにより水辺緩衝空間を還元させることで、その還元面積の6.5~8倍の氾濫面積の減少が期待できる可能性が示唆された。このことにより、氾濫原における水辺緩衝空間の有効性を再確認できた。

### 参考文献

- 1) 国土交通省：国土交通白書，2010。
- 2) 砂防学会編：水辺域管理，古今書院，pp.67-72，2001。
- 3) 北海道開発局石狩川開発建設部：平成21年度石狩川治水事業評価検討業務，2009。
- 4) 北海道開発局石狩川開発建設部：平成15年度石狩川改修計画効果検討業務，2003。
- 5) 吉井厚志，平井康幸：石狩川の発展過程の分析に基づくアジアモンスーン地域の洪水氾濫原管理へのアプローチ，(財)土木研究センター，土木技術資料 平成20年12月号，pp.22-24，2008。
- 6) 釧路湿原自然再生協議会：第3回湿原再生小委員会資料，2005。
- 7) 北海道開発局：石狩川(下流)河川整備計画，2007。