

河畔林の保全・整備方針

Policy for Conservation, Improvements to Riverside Forests

業務部 副参事 渡辺 康 示
 企画調査部 部長 土屋 進
 研究第四部 主任研究員 林 尚

河畔林*1が生態系や治水面、河川景観に対して重要であることが認識されつつあるが、生態系からの効果を加味した保全・整備方法が確立されておらず、河川整備計画、維持管理計画、改修計画等に十分活かされていないのが現状である。河畔林の生態学的機能の観点を中心にその効果を定量評価し、保全・整備方針を確立すると共に、保全・整備計画策定時に必要な現地での調査項目を整理していくことが必要と考えられる。

本研究は、既存の文献や研究論文等から河畔林の生態学的機能の定量評価及び保全・整備計画の確立に役立つ資料を収集整理した。

文献の収集方法は、インターネット等を情報源として国内外（主に国外）の河畔林に関する既往文献を200編収集し、定量評価しやすいようにとりまとめを行った。

その結果、生体学的機能毎に最近の研究も含めた既存文献の傾向を把握、確認できた。

今後、このとりまとめ結果を定量評価し、河川行政等に有効に活用できるように、精査・検討していく必要がある。

*1：水辺の森林は、溪畔林、河畔林、湿地林、湿地周囲林に区分されるが、総称として河畔林とした。

キーワード：河畔林の文献調査、生態学的機能

It is gradually being recognized that riverside forests *1 are very important with respect to ecological systems, flood control, and to river landscapes, however, the current situation is such that means and ways to implement conservation and improvement works, to which the effects emanating from ecological systems have been added, have still not yet been established on a firm footing, so that these effects are not being put to effective use in plans such as river improvement plans, maintenance and control plans, and improvement plans. It is felt that there is a need to quantitatively evaluate the effects thereof centered around the viewpoint of the ecological functions of riverside forests, in order to establish conservation and improvement policies, and also to put into good order at the actual sites involved those survey items necessary for the drafting and establishing of conservation and improvement plans.

In this research, material that would be useful in conducting quantitative evaluations and preparing conservation and improvement plans for the ecological functions of riverside forests was gathered and subedited from existing papers and research treatises.

The procedure employed in gathering the papers was to assemble and edit 200 existing papers on riverside forests from both within and outside the nation (but mainly from outside the nation) using means such as the Internet, and put the material together in a manner that facilitates conducting of quantitative evaluations.

As a result, it became possible to ascertain and verify the trends in existing documents including very recent studies for each type of ecological function.

In the future, it will be necessary to quantitatively evaluate these results that have been put together, and study and examine them in detail so as to make it possible to put them to use in an effective manner in matters such as river administrative activities.

*1: Waterfront forests can be broken down into valley or gorge forests, riverside forests, wetland forests, or forests surrounding wetlands; here it is used as a generic term to collectively refer to all of these types of forests.

Keywords: Studies of Papers Pertaining to Riverside Forests, Ecological Functions.

1. はじめに

河畔林が、河川及び河川を生息・生育の場に利用している生物に多大な影響を与えていることは、国内外の研究から明らかになりつつある。

本研究は、これらの論文や文献をとりまとめ、河畔林の持つ生態学的機能の定量評価及び河畔林の保全・整備計画の確立に資するものである。

河畔林の生態学的機能は、以下の6つが挙げられる。

①日射遮断機能

河畔林が河川表面を覆い、太陽の光を遮断することにより、水温を低温に保持する機能。

②有機物供給機能

河畔林から落葉、枝、幹、花、種、昆虫などが河川に流入することにより、水生生物に必要なエネルギーを供給する機能。

③倒木供給機能

河畔に生育する木本が河道内に倒れこんだものや上流から流下した流木が、河川の淵やカバー形成等の微地形変化等をもたらす機能。

④栄養元素交換機能

河川水質の主要汚濁源である窒素、リン、懸濁粒子等を補足する機能。

⑤粒状流下物捕捉機能

表面流によって運搬される微細流、有機物及びこれらに吸着されて運搬される栄養塩を捕捉する機能。

⑥生物の生息環境提供機能

生物の生息・生育環境の場や回廊(Corridor)を提供する機能。

②Dave Correll*²氏の文献リスト

アメリカ合衆国の河畔林管理関連のウェブサイト(The Riparian Net)

③Theo Dillaha*³教授の文献リスト

Buffer Zone Discussion Group*⁴のメーリングリスト

④JICST*⁵や国内の大学図書館のデータベース検索

⑤アメリカ合衆国、オーストラリア、カナダ等の政府及び大学研究所のホームページに掲載されている論文及び文献リスト

* 2 : Dave Correll

メリーランド州エッジウォーターにあるSmithsonian Environmental Research Centreに所属していた化学者兼生態学者。

* 3 : Theo Dillaha

アメリカ合衆国ヴァージニア州の農業土木工学博士。ヴァージニア州ポリテクニク、ヴァージニア州立大学教授。

* 4 : Buffer Zone Discussion Group

1996年9月に英国のオックスフォード¹で開催された河畔林に関する国際会議後に Theo Dillaha教授を中心として結成された河畔林に関する情報交会。

* 5 : JICST

科学技術庁管理下の特殊法人である科学技術振興事業団(JST)の科学技術情報事業本部(JICST)文献情報部 研究発表情報部門による、科学技術全分野に関する国内及び世界50数カ国の情報を収録しているデータベース。

2. 文献の収集

2-1 収集方法

文献の収集方法としては、下記5つの書籍、データベース及び文献リストを主要情報源とし、これらの中から、riparian forest, riparian vegetation, buffer zone, buffer width, river ecosystem, 河畔林、河川生態系、水辺林等をキーワードとして、文献を選定、収集した。

また、これらの選定した論文を親文献として、子文献、またその子文献(孫文献)を収集し、より詳細な内容を把握した。なお、収集に際して、内容の信憑性及び信頼性を確保するために、政府及び学術機関の発行物に重点をおき、個人や市民団体ベースの情報は対象外とした。

①The Rivers Handbook Volume1, 2 (Calow and Petts 1994)

2-2 収集結果

収集文献を機能別に整理すると表-1のようになる。表中の「⑦その他」は、河畔林に関する総説や保全・復元の際の配慮事項が記載されている文献である。

表-1 機能別文献収集数

項目 (生態学的機能)	収集数
①日射遮断機能	12
②有機物供給機能	7
③倒木供給機能	16
④栄養元素交換機能	67
⑤粒状流下物捕捉機能	19
⑥生物の生息環境提供機能	39
⑦その他 (総説・総合レビュー等)	40
計	200

3. 整理・とりまとめ方針

文献を整理するにあたり、定量化を行う際の指標として、河畔林の「幅」に着目した。

「幅」は、国外で河畔林を保全するときの定量値として用いられるケースが多く、行政レベルでの河畔林管理において常用されているためである。定量評価を行うに当たっては、集水域全面積に対する河畔植生の占める割合や河畔植生群の縦断的連続性なども考慮する必要があるが、「幅」を指標とした機能評価法を確立することとした。

また、「幅」の他、各機能を定量評価する際に要因となる事項（対象河川の状態、隣接地の土地利用、河畔林の状態等）、後日検索しやすくするための出典文献データ等を可能な限り文献からピックアップし、一覧表にとりまとめた。

4. 機能別とりまとめ結果

4-1 日射遮断機能

日射遮断機能を維持するために必要な保全幅を定量的に報告している論文を表-2に示す。

必要幅の範囲は、最低9.1mから最大38mであった。10m台の保全幅を必要とする論文のなかには、小河川を対象としているものが2編含まれている。また、最大幅38mを報告している論文は、アメリカにおける天然の針葉樹林における値であり、樹高が40~50mある林を対象にしたものと想定される。保全幅にバラツキが見られるのは、対象とする河川の規模や対象とした林の違いによるものと考えられる。

表-2に挙げた以外の論文では、樹高によって河畔林の保全幅を変えることを提案しているものがある。FEMAT*6は、平均樹高の0.75倍の幅をもつ河畔林を保全することで、日射遮断機能に対する累積効果が100%維持できると報告している。また、Reid & Hilton(1998)は、site-potential tree*7を保全幅の基準とし、site-potential treeの2~3本分の保全幅が必要であるとしている。

*6 : Forest Ecosystem Management Assessment Team, 1993

*7 : 当該場所において、当該樹種が生長しうる最大の高さ。

表-2 日射遮断機能と河畔林の幅

No.	河畔林の幅(m)	内容	著者
1	9.1	NRCS*8の基準値	CPSRFB*9 (code391)
2	10	必要最低幅	Braizer & Brown (1973)
3	10	夏の水温に顕著な変化をもたらさない幅	Bengeyfield (1973)
4	10-20	必要最低幅	Aubertin & Patric (1974)
5	12	必要最低幅	Corbett et al (1978)
6	12.2	小規模山間部の河川における必要最低幅	Swift & Baker (1973)
7	13.7	針葉樹林において40%の日射遮断率を確保	Steinblums et al (1984)
8	15-24	ペンシルバニアの自治体ハンドブックに記載されている幅	Coughlin (1992)
9	15.2	小河川に適度な日陰を提供する幅	Broderson (1973)
10	18.3	針葉樹林において50%の日射遮断率を確保	Steinblums et al (1984)
11	22-30	老齢林が80-90%の日射遮断をもたらす幅	Braizer & Brown (1973)
12	24	小河川における十分な幅	Braizer & Brown (1973)
13	30	平均水温の変化を1℃未満に抑えることのできる幅	Lynch et al (1985)
14	30	十分な日射遮断効果が得られる幅	Murphy (1995) Johnson & Ryba (1992)
15	30	老齢林において伐採前と同程度の日陰を提供できる幅	Beschta et al (1987)
16	30.5	水温上昇を防ぐのに十分な幅	Lynch & Corbett (1990)
17	36.6	針葉樹林において80%の日射遮断率を確保	Steinblums et al (1984)
18	38	天然針葉樹林と同程度(100%)の日射遮断率を確保	Steinblums et al (1984)

*8 : Natural Resources Conservation Service (アメリカ合衆国の自然資源保全の部局)

*9 : Conservation Practice Standard Riparian Forest Buffer (河畔林に関する保全基準)

4-2 有機物供給機能

有機物供給機能を維持するために必要な幅を報告している論文は4編あったが、そのうち、定量的に報告している論文は2編であった。

定量的に報告して論文の1編は15m(Budd et al,1987)、もう1編は35m(Reid&Hilton,1998)を必要幅としている。

その他の2編は、樹高との関係から河畔林の保全幅を検討することを提案している。そのうち1編(FEMAT,1993)は、樹高の約半分に相当する河畔林の幅の保全が必要であるとしており、アメリカにおいては30mとしている。もう1編は、カリフォルニアのサケ科魚類保全のための森林管理に関するガイドライン(Salmonid Guidelines for Forestry Practices in California)で、樹高の0.5~1.0を保全幅としており、樹高により保全幅を変えることを主張している。

最初の2編について、著者によって保全幅が異なっているのは、保全対象となる河畔林の規模(樹高)の差であると考えられる。

4-3 倒木供給機能

倒木供給機能を維持するために必要な保全幅を定量的に報告している論文を表-3に示す。

倒流木供給機能に関する論文にレビューがあり(Cederholm,1994)、その著者は、「多くの著者が、保全幅を30-60mとしている」と述べている。表-3もそれと概ね同じ結果となっている。

McDade et al(1990)は、群落の種類ごとに倒木の供給量を100%維持するための樹林幅を報告している。

- ・ 壮齢落葉広葉樹林 : 25m
- ・ 壮齢針葉樹林 : 45-50m
- ・ 老齢針葉樹林 : 約55m

また、樹林の平均樹高と倒木の供給量の関係も報告

表-3 倒木の供給率と水辺林の幅の関係

No.	倒木の供給率*10	河畔林の幅 (m)	著者
1	64%	50	Lisle (1983)
2	70%<	20	McDade et al (1990)
3	85%	30	McDade et al (1990)
4	79-90%	30	Fetherston et al (1995)
5	95%	20	Murphy et al (1989)
6	99%	30	Murphy et al (1989)

*10:天然の河畔林、もしくはそれに近い河畔林が存在する場合、その河畔林から供給される倒木の量を100%とした場合の各幅での倒木供給割合

しており、平均樹高とほぼ同程度の樹林幅で100%の倒木供給が可能であるとしている。

McDade et al (1990) が、平均樹高別に倒木の供給機能と樹林幅の関係を報告しているように、樹種の違いとこれに伴う樹高の違いにより倒木の供給量が異なることから倒木の供給機能をモデル化する研究も行われている。

Van Sickle et al (1990) は、倒木の供給機能をモデル化し、1本分の site-potential tree が倒木の供給機能を維持するために必要な幅であるとしている。また、USDA Forest Service も site-potential tree 1本分の幅で、96%の供給量を確保できるとしている(Reid et al, 1998)。

その他、水際からの距離と胸高直径をパラメータに倒木流木供給機能をモデル化した研究もある(Robinson et al, 1990)。

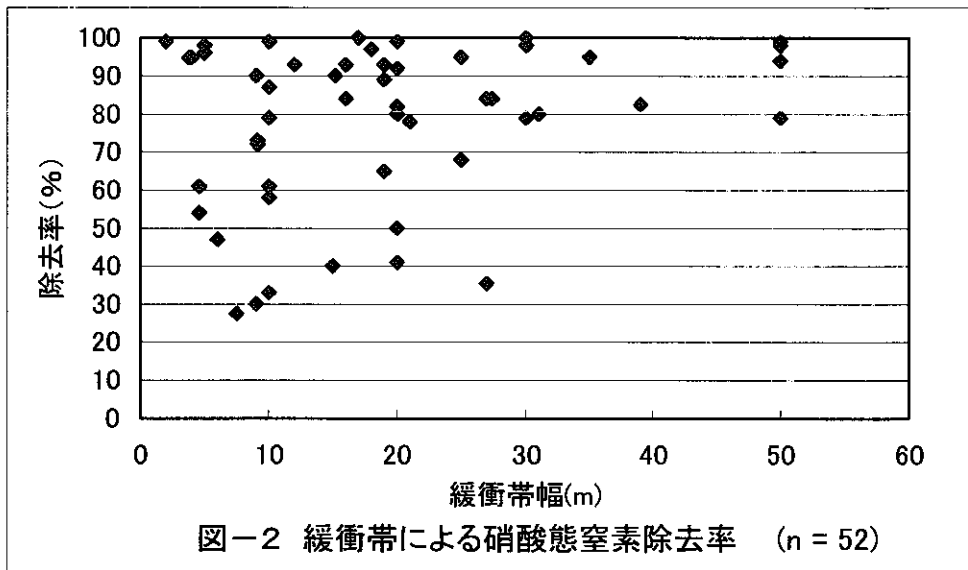
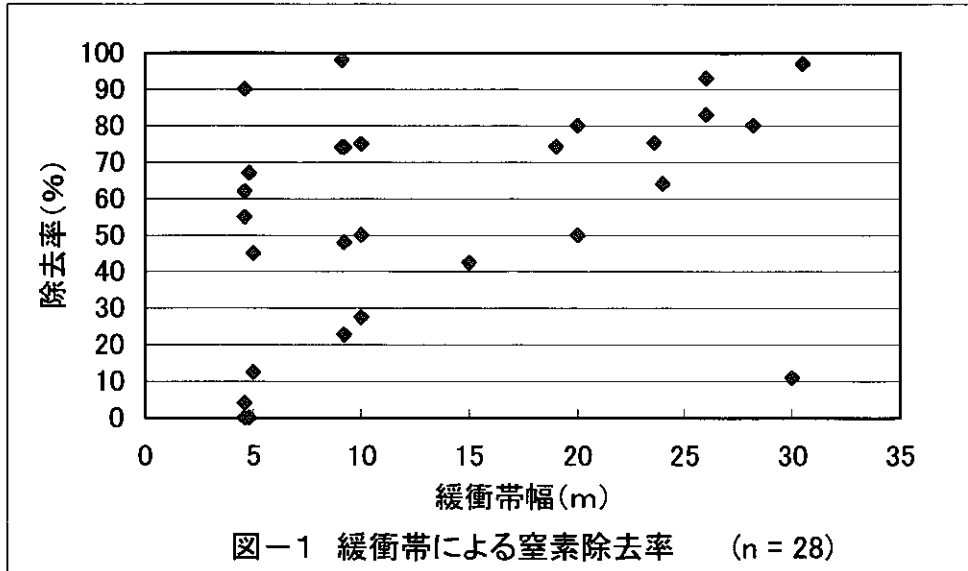
4-4 栄養元素交換機能

河畔林が窒素やリン等の栄養塩に関し、“SINK (栄養塩の貯留の場)”として働いているのか、“RESOURCE (栄養塩の供給源)”として働いているのかは、議論のあるところであるが、農地等人為的な汚濁負荷源がある場合にはSINKとして機能しているとする論文が多数ある。

(1) 窒素 (T-N・NO₃-N)

この機能に関しては、原文において Buffer Zone、Buffer Vegetation (緩衝帯)として研究する論文が多く、河畔林のみだけではなく、水辺の草地も含んでいるものが多かったので緩衝帯という視点でとりまとめた。

T-Nの除去率と緩衝帯幅の関係を図-1、硝酸態窒素の除去率と緩衝帯幅の関係を図-2に示す。



T-Nの除去率については、緩衝帯幅との間に正の相関がやや見られたが、明確な関係は認められなかった。また、硝酸態窒素についても明確な関係は認められなかったが、下限値を設定する際の参考になると思われる。

今後、定量評価するに当たり、要因による詳細な分類化を行うと精度が上がると思われる。

(2) リン (T-P)

T-Pの除去率と緩衝帯幅の関係を図-3に示す。

硝酸態窒素についても明確な関係は認められなかったが、下限値を設定する際の参考になると思われる。

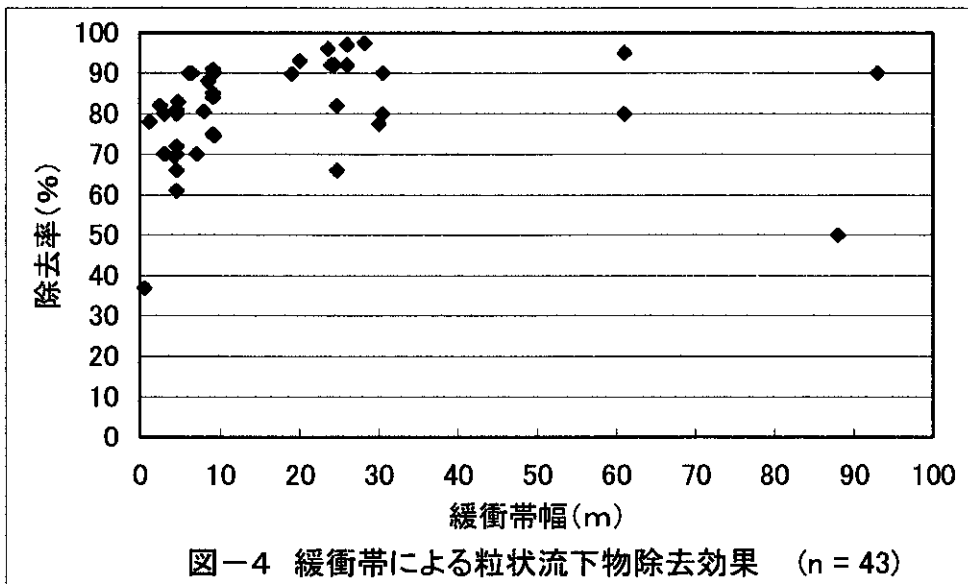
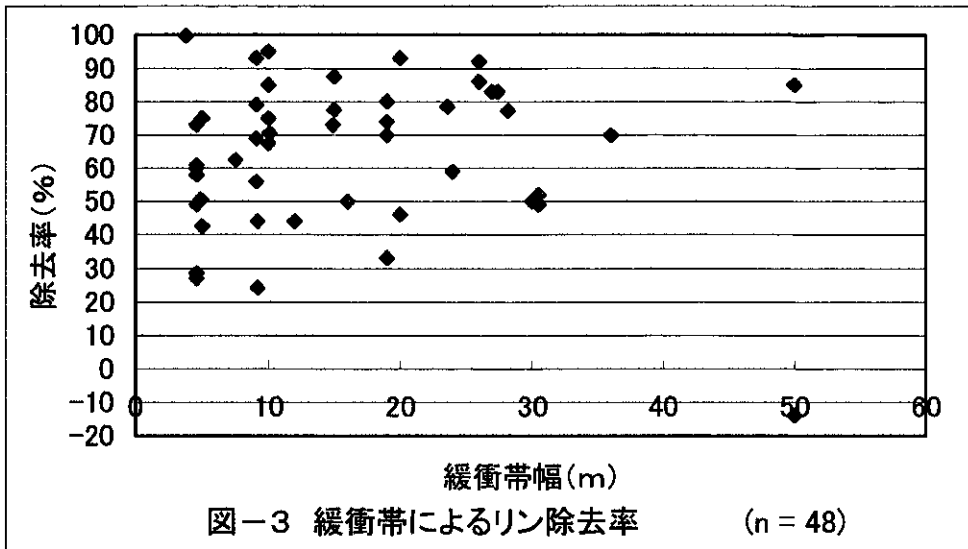
T-N同様、今後、定量評価するに当たり、要因による詳細な分類化を行うと精度が上がると思われる。

4-5 粒状流下物捕捉機能

粒状流下物の除去率と緩衝帯幅の関係を図-4に示す。この機能に関しても緩衝帯という視点で整理した。

図によると、粒状流下物が水辺の緩衝帯を流下する際、最初の10mまででそのほとんど(60-90%)が捕捉され、30mでほぼ100%の流下物が捕捉されることがわかる。

Wong & McCuen (1982)によると、「粒状流下物は、緩衝帯の最初の数メートルでほとんどが捕捉されるため、粒状流下物の捕捉と緩衝帯幅との関係をグラフ化するとそのグラフは指数関数的になる」としており、図はその結果を概ね支持するものとなっている。



4-6 生物の生息環境提供機能

(1) 水域生態系

魚類、底生動物を保全するために必要な河畔林の幅を定量的に報告している論文を表-4に示す。

極端に大きな値を含む Wallon-Whitman 国有林における保全幅3データを除くと、残りの6データ中4データが保全幅を約30mとしている。また、サンショウウオ、カエル等の両生類についても、30m程度必要であるというような趣旨の文献が3つ確認された。ただし、90年代半ばから後半にかけて発表された論文では、30mより広い保全幅を推薦しているものが目立つ傾向がうかがえた。

水域生態系に関しては、日射遮断機能による水温の低温維持、有機物供給機能によるエネルギー源供給、

倒木供給機能による淵の形成等、他の機能との関連が特に深いことが考えられ、他の機能の保全幅が影響を与えることが推定される。

(2) 陸域生態系

河畔林内を生息・生育の場や回廊(Corridor)として利用する陸域の生物にとっては、水域生態系を保全するよりも広い幅の河畔林が必要であるとする論文が多い。著者によって対象とする生物種や種群が異なることから、鳥類では15~500m(24文献)、ほ乳類では9~2000m (14文献) までと保全幅にはバラツキがあった。

陸域生態系を保全・維持するために、河畔林を保全・整備する際には、保全目的や対象種を明確にする必要がある。

表-4 水域生態系（魚類・底生動物）の維持に必要な河畔林幅

No.	河畔林の幅(m)	内 容	著 者
1	7.6	この幅以下では魚類が生息しない	Bisson et al ^{*11}
2	8-15	魚類のための推薦幅	Coughlin et al (1992)
3	30	サケ類の卵・稚魚のための保全幅	Moring (1982)
4	30	魚類の個体数保全・底生動物への影響を最小限に抑える最低幅	Newbold et al (1980)
5	30	底生動物の生息環境を森林伐採していない時と同定に維持できる幅	Erman et al (1977)
6	30.5	Wallon-Whitman 国有林での間欠河川に対する保全幅	USDA Forest Service & BLM ^{*3} (1995)
7	30.5	Cutthroat trout (マス類の1種) の保護に必要な最低幅	Hickman & Raleigh (1982)
8	45.7	Wallon-Whitman 国有林での一年中流水があるが、次のNo. 9以外の河川に対する保全幅	USDA Forest Service & BLM ^{*12} (1995)
9	91.4	Wallon-Whitman 国有林での一年中流水があり、魚類が生息する河川に対する保全幅	USDA Forest Service & BLM ^{*12} (1995)

*11：収集した文献では年代は不明

*12：Bureau of Land Management (アメリカにおける土地管理の部局)

5. おわりに

本研究は、河畔林が有する生態学的機能からの観点で、幅を指標とした定量評価方法の確立に資することを目的に、既存資料のとりまとめを行ったものである。河畔林は、河川毎の自然環境、社会環境及び河畔林に期待する目的等により変化するのが一般である。

具体的な河川で河畔林の保全・整備計画を検討し、定量評価結果を精査し、保全・整備計画策定の手順や配慮事項を整理する必要がある。

最後に、本研究の実施にあたり、北海道大学農学部の中村太士教授に御意見、御指導いただきました。ここに御礼申し上げます。

<参考文献>

- 1) 中村太士 (1999)：流域一貫、築地書館
- 2) 砂防学会編 (1999)：水辺域ポイントブック、古今書院