

第 5 章 結果及び総合考察

近年ドイツのような環境先進国においての近自然工法(Naturally Diverse River Construction Methods)などの理論的確立によって、河川環境に関する関心の高まりも相まって、全国的な普及が目覚しい、この工法によって河川改修と自然環境との調和を、更には人間社会と河川生態との共生を図った新しい河川文化の創成が展開されている。だが、近自然工法により工事が行なわれる段階で無分別に選択された植生の導入によって、河川域の植物生態系が元の姿を失うおそれがある。特に上流に向かって開発が進んでいる現状では、自然度が高い上流域の河畔植生が破壊・変形されるおそれがある。このような現状を踏まえ河川における河畔植生を把握し、その河畔植生の破壊・変形を防ぎ、そして自然河川が持っている元の河畔植生自然度の高い河川環境を保護・維持管理しなければならない。河川改修及び河川整備は河畔域に生息している生物にとっては少なからぬ影響を与えるからである。本研究では、河川周辺の生態的な環境特性を活かした河川改修及び河川整備を行う際、河畔植生の自然度が高い河川整備のあり方、そして河川環境の保全と河畔域の利用との調和した河川計画をおこなうための研究を行った。韓国では漢江水系の河川、日本では日光国立公園内の湯川における河畔植生の自然度及び立地活性度分析を行い、その主な結果は以下のとおりである。

1. 河川水辺空間の自然環境を把握するための分析

A. 河畔域での植生調査

- ・漢江水系の上流域では木本としてネコヤナギ *Salix gracilistyla*・タチヤナギ *Salix koreensis*・チョウセントネリコ *Fraxinus rhynchophylla* が高い比率で現れた。河畔植生である関係でチョウセントネリコ・カラコギカエデ *Acer giunala*・トウグワ *Morus alba*・ケヤキ *Zelkova serrata*・チョウセンヤマツツジ *Rhododendron yedoense* var. *poukhanense* などの種が多く出現した。
- ・日光湯川の場合、中流域ではエゾホソイ *Juncus filiformis*・オオアゼスゲ *Carex thunbergii* var. *appendiculata*・ヨシ *Phragmites communis* などの草本群落が高い割合で現れ高層湿原独特の種組成を持っていると判断できる。
- ・日光湯川では河畔林の構成を分析するため行った胸高直径(DBH)の調査ではウラジロモ

ミとミズナラの場合、DBH 30cm までその本数は次第に増加するものの DBH40cm で急激に個体数を減らし、DBH40cm 以上では、DBH の増大とともに個体数が増加する傾向を示す。

- ・また DBH 10cm 未満の幼木の個体数は DBH10～20cm のものに比べてほぼ半分程度の低い割合であった。これは河川攪乱とともに外部的影響によって河畔域で実生の定着が難しい事を意味しているとも考えられる。

B. 河畔植生に及ぼす影響分析

a. 河畔植生自然度分析

- ・河畔植生自然度分析で、漢江水系河畔植生の自然度は下流に向かって低くなる傾向があることが分かった。
- ・漢江水系の自然度分析においては上流域の全体植生自然度が 88%を越える高い比率を示し、中流域では 59.8%、下流域では 47%で下流に向かうほど人為度が高い結果が出た。
- ・日光湯川の場合、帰化植物による植生人為度は下流域ほど高くなる一般的な河川とは違う形態を示し、上・下流域の区分なく分布している結果となった。その原因として、釣り人の河畔域の利用が湯川全流域に及んでおり、その踏圧などの影響によって上・中・下流の区分なくほぼ同じ割合で現われたと考えられる。

b. 河畔植生に及ぼす野生動物の影響分析

- ・シカによる河畔植生の被害形態は不嗜好性の植物の増加と裸地化の拡大の形態で現れると考えられる。特に湯川河畔植生ではシカの採食によって可採食植生の被度が減少し不嗜好植生の被度が上昇する傾向がみられた。

c. 河畔植生の自然度評価

- ・漢江水系の上流域は平均的に河畔植生自然度がきわめて高い地域として評価された。
- ・中流域からはその評価度が急激に低くなり、河畔植生自然度が中程度で評価された。
- ・下流域においてはその評価度が目立つように低く、部分的な河畔植生の復旧が必要な地域として評価された。

C. 河畔域の微地形分析

- ・微地形単位として流路岸・流路州・旧河道・中州・段丘斜面・境界凹地・山地斜面・氾濫原凹地・氾濫原凸地・氾濫原平坦地の 10 単位でタイプ分けを行った。

- ・氾濫源平坦地と段丘斜面での植物群落の被度が高い割合で現れたが、これは河川の攪乱による回帰するまでの土壌安定地帯に植生が侵入することを実証するものである。

2. 河畔植生の再生・復元のための分析

A. 河畔植生の侵入・導入過程

a. 植生域の拡大過程

- ・流出時の流れはウォッシュロードを含む浮遊砂を多く含む濁流で、細砂は主流路には堆積せず、河畔域に多様に微地形を形成しながら植生域に堆積する。特に河畔植生域では侵食と堆積が同時に起こる場合が多い。侵食域では主にツルヨシが成り立っており、その侵食深は場所によって多少の差はあったものの平均 3~5cm 程度であった。
- ・堆積域での植生は埋没し損傷をうけていた。しかし堆積域ではツルヨシとネコヤナギが成り立っており、このような種は強い発根性と根茎繁殖能力による優れた再生力を持った代表的植物であり、この程度の埋没なら再生すると考えられた。

b. 河畔植生の導入過程

- ・漢江水系では中州のタイプを馬蹄形 A・紡錘形 A・紡錘形 B タイプに区分し、さらに湯川は卵黄形・馬蹄形 B・半月形タイプで区分した。
- ・湯川ではエゾホソイとオオアゼスゲが先駆植物で、他の植物に比べて早期に定着することが分かった。また漢江水系は礫床河川であり、湯川は砂床河川である。従って河床の違いによって堆積タイプとその侵入パターンが異なるのが分かった。

B. 植生活性度分析

a. 微地形と河畔植生の関係

- ・微地形タイプのうち氾濫源平坦地と段丘斜面へは植物群落の侵入が目立って現れた。これは河川の攪乱の回帰する間の安定地帯に植生が侵入したことを実証するものである。
- ・漢江水系では、微地形単位のなかでも流路岸での河畔植生の出現が一番少なく、次は段丘斜面での出現頻度が高かった。出現種として一番多かったのはツルヨシであり、その次はネコヤナギであった。
- ・日光湯川で試みた河畔植生と微地形との関係については全出現種の約 64%が氾濫原と段丘斜面に集中して分布しているのが分かった。

- ・ 胸高直径との関係ではこの微地形が成立されたあと、大きい攪乱を受けなかった事が明らかになり、現在の微地形がかなり安定しているのが分かった。

b. 水辺からの距離と比高、植生との関係

- ・ ツルヨシは比高約 1.5m 以下で、水辺からの距離は 10m 以内に集中的に分布しており、攪乱の頻度が強い流路州に一番早く出現することから、この地域における先駆植物であると考えられる。
- ・ ネコヤナギは比高約 2m 以下で水辺から 14m 以内の距離に集中して分布している。ここで遷移が進行した場合、低木層・高木層が発達し、それに従って先駆植物でみられるツルヨシが消滅すると考えられる。
- ・ カナムグラ、ニセアカシヤの場合、比高との関係はあるが距離との関係はないと考えられる。すなわち、この植物が侵入する範囲としては攪乱がよく起こる場所を避けて幅広く分布していると考えられる。
- ・ ニセアカシヤの場合、比高 2m 程度、水辺からの距離約 14m 程度の地域に分布している。これは氾濫原最上段部、堤防に隣接した安定地帯に木本類が位置すると考えられる。
- ・ 微地形単位は河川水辺の攪乱頻度を反映すると考えられる。従って微地形単位を考慮することによって、より詳細な植物群落の現状が把握できると考えられる。

c. 比高と堆積厚との関係

- ・ 「表層細粒土層」→「礫層」→「砂層」の堆積パターンは過去の洪水に対応しており、流量規模の小さい洪水によっては細粒土だけが堆積し、流量規模の大きい洪水が起こると礫を動かす力を持ったため、場所によって比較的粒径の小さい礫堆積層を細粒土の上に形成したと考えられる。

d. 土壌水分（土中水圧）・地下水位と河畔植生の関係

- ・ エゾホソイの生育場所は湿潤状態が著しいことが示された。さらに、エゾホソイは地下水位と密接な関係にあることが分かった。
- ・ ミヤコザサは土壌水分に関係があると考えられた。土壌水分の値の変動が激しいのは表面

土壌水分と関係があるのを意味すると考えられた。

- ・ オオアゼスゲの場合、その支配要因は地下水位より表面土壌水分と関係があると考えられる。
- ・ 地下水位の曲線とほぼ一致しその変動もやや安定しているヨシの場合、完全に地下水位と密接な関係にあるといえる。
- ・ 漢江水系河畔域の土壌水分と植生との関係では上記の結果と同じ結果が導出された。
- ・ ネコヤナギ・タチヤナギ・ヨシは地下水位とかなり深い関係にあるのが分かった。土壌水分の変動は地下水位の変動とほぼ同じパターンで変動している。

e. 河畔植生立地活性度による植生適用範囲評価

◇日光湯川では

- ・ ミヤコザサ：適用微地形としては主に氾濫原平坦地・流路岸・段丘斜面、比高は 1.0～3.5m の領域内、水辺からの距離は 1.5～25.0m、堆積厚は 40～70cm 内で、土壌水分と地下水位から、乾燥しやすいが排水などが良好な場所が適地であると考えられる。
- ・ ホザキシモツケ：適用微地形としては主に氾濫原平坦地・段丘斜面、比高 1.0～2.0m の領域内、水辺からの距離は 2.0～20.0m、堆積厚は 40～100cm 内、土壌水分と地下水位は中程度で少しは乾燥しやすいところそして、多少堆積が厚い場所が適地であると考えられる。
- ・ エゾホソイとオオアゼスゲ：適用微地形として流路州・氾濫原平坦地、比高 0.1～1.0m の領域内、水辺からの距離は 0.1～7.0m、堆積厚は 25～100cm 内で、土壌水分が多く、地下水位は高いところが適地であると考えられる。
- ・ ヨシ：適用微地形として氾濫原平坦地・段丘斜面、比高は 0.5～1.3m の領域内、水辺からの距離は 1.0～3.0m、堆積厚は 70～100cm 内で、土壌水分と地下水位は中程度で水分が多く地下水位が関与しているところ、そして堆積が厚い場所が適地であると考えられる。

◇漢江水系では

- ・ ツルヨシ：適用微地形としては流路州・氾濫原平坦地・中州、比高は 0.1～1.5m の領域内、水辺からの距離は 0.1～7.0m、堆積厚は 15～45cm 内である。特にツルヨシは堆積が浅いところのよく分布し、流速が早く水が澄んだところを好むのが特徴であると考えられる。土壌水分が多く、地下水位はかなり高いところが適地であると考えられる。

- ・ネコヤナギ：適用微地形としては氾濫原平坦地・流路岸・氾濫原凹地で、比高は0.5～2.0mの領域内、水辺からの距離は0.5～16.0m、堆積厚は60～150cm内である。土壌水分は中程度であるが、地下水位が高く関与しているところが適地であると考えられる。
- ・オギ：適用微地形としては段丘斜面・氾濫原凸地が挙げられる。比高は1.0～3.0mの領域内、水辺からの距離は3.5～17.0m、堆積厚は20～25cm内である。土壌水分は中程度であるが、地下水位が低く乾燥しているところが適地であると考えられる。
- ・タチヤナギ：適用微地形としては氾濫原平坦地・段丘斜面で、比高は1.5～4.0mの領域内、水辺からの距離は5.0～120.0m、堆積厚は65～100cm内である。土壌水分は中程度であるが、地下水位が高く関与しているところが適地であると考えられる。
- ・ヨシ：適用微地形としては流路岸・流路州・氾濫原平坦地・氾濫原凸地など低地帯に広く利用されると思われる。比高は-0.5～2.0mの領域内、水辺からの距離は2.0～120.0m、堆積厚は80～150cm内である。土壌水分は中程度であるが、地下水位が高く関与しているところが適地であると考えられる。

本研究においてまず、河畔域の自然環境を把握するために河川水辺環境分析を行った。そして、その河畔域に及ぼす人為及び野生動物の影響度を分析し、その河畔域の自然度を評価した。また河畔域の立地環境分析のため、河畔微地形の形成過程とそのタイプを区分した。

植生を復元・回復させるための研究では、このような自然環境に対する調査と評価に基づいて分析を行なった。自然状態の植生域の拡大過程と裸地状態の河畔域に河畔植生の導入過程を分析した。植生立地活性度分析では微地形と河畔植生との関係、水辺からの距離と比高と植生の関係、比高と堆積厚と植生との関係进行分析した。

そこで、河川周辺の生態的な環境特性に基づいた河川改修及び河川整備計画を行うため、以下のような手法を提案する。

1. 河畔植生の再生・復元に先立って河川ごとの生態系を考慮した徹底的な調査及び分析が必要である。そのため、河畔植生の現状（河畔植生自然度・野生動物の利用程度など）を綿密に把握しなければならない。
2. 河畔域の微地形を考慮した河畔植生の再生・復元が必要である。そのため河畔微地形の導入過程と変化を予測しないといけない。

3. 単純な植生の導入ではなく、将来の河畔植生種多様性を考慮した多様な植生の導入が必要である。しかし、あくまでもその流域の在来種でなければならない。
4. 植生を導入するとき堆積構造及び堆積の厚さなどの地下環境変化に対する徹底的な検討が必要である。
5. 土壌水分と地下水位と植生との関係は河川ごと区域ごとに異なるので、植生を導入する現地での検討が要求される。
6. 河畔植生を活性化させるためには微地形と地下水位を考慮したうえで植生の導入をするべきである。