

河川堤外地に立地した都市公園における 植生保全・管理・回復手法と公園利用の 連携に関する調査研究

1. 研究の目的
2. 方法
 - 2.1 時空間スケールの考え方
 - 2.2 調査・研究の方法
3. 対象地
 - 3.1 「堤外地都市公園」の特殊性と可能性
 - 3.2 大阪府営石川河川公園の概要
4. 河川堤外地の都市公園整備計画における時空間スケール図
 - 4.1 大阪府営石川河川公園「自然ゾーン」A地区の整備方針
 - 4.2 A地区の自然回復を考慮した整備手法
 - 4.3 A地区における整備後の植生群落の動向
 - 4.4 整備の影響による植生の変動とプロセス
5. 時空間スケールに基づいた植生管理メニューの作成と検証
 - 5.1 植生管理に関する既往研究の整理
 - 5.2 自然ゾーンにおける植生管理の実態
 - 5.3 時空間スケールによる植生管理メニューの再検討
 - 5.4 草刈管理区分と管理設計の提案
6. 自然回復型を目指した植生管理手法についての実験と調査
 - 6.1 自然回復を目指した植生管理のあり方
 - 6.2 自然ゾーンにおける植生管理実験
 - 6.3 「立地への攪乱」実験・調査の方法と結果
 - 6.4 「植物体への操作」実験・調査の方法と結果
 - 6.5 植生管理メニューの修正点・留意点の整理
7. 堤外地都市公園の計画設計モデルの作成
 - 7.1 堤外地都市公園整備の考え方と計画設計モデルの意義
 - 7.2 対象地の概要と整備方針
 - 7.3 対象地における自然・人為的事象の整理
 - 7.4 時空間スケールと管理メニューに基づくランドスケープデザイン
 - 7.5 整備後の植生管理設計
8. 河川空間の設計手法の提案と今後の展開
 - 8.1 時空間スケールを用いた河川空間の設計手法の提案と課題
 - 8.2 都市部中小河川への展開の可能性

報告書目次

1. 研究の目的
2. 方法
 - 2.1 時空間スケールの考え方
 - 2.2 調査・研究の方法
3. 対象地
 - 3.1 「堤外地都市公園」の特殊性と可能性
 - 3.2 大阪府営石川河川公園の概要
4. 河川堤外地の都市公園整備計画における時空間スケール図
 - 4.1 大阪府営石川河川公園「自然ゾーン」A地区の整備方針
 - 4.2 A地区の自然回復を考慮した整備手法
 - 4.3 A地区における整備後の植生群落の動向
 - 4.4 整備の影響による植生の変動とプロセス
5. 時空間スケールに基づいた植生管理メニューの作成と検証
 - 5.1 植生管理に関する既往研究の整理
 - 5.2 自然ゾーンにおける植生管理の実態
 - 5.3 時空間スケールによる植生管理メニューの再検討
 - 5.4 草刈管理区分と管理設計の提案
6. 自然回復型を目指した植生管理手法についての実験と調査
 - 6.1 自然回復を目指した植生管理のあり方
 - 6.2 自然ゾーンにおける植生管理実験
 - 6.3 「立地への攪乱」実験・調査の方法と結果
 - 6.4 「植物体への操作」実験・調査の方法と結果
 - 6.5 植生管理メニューの修正点・留意点の整理
7. 堤外地都市公園の計画設計モデルの作成
 - 7.1 堤外地都市公園整備の考え方と計画設計モデルの意義
 - 7.2 対象地の概要と整備方針
 - 7.3 対象地における自然・人為的事象の整理
 - 7.4 時空間スケールと管理メニューに基づいたランドスケープデザイン
 - 7.5 整備後の植生管理設計
8. 河川空間の設計手法の提案と今後の展開
 - 8.1 時空間スケールを用いた河川空間の設計手法の提案と課題
 - 8.2 都市部中小河川への展開の可能性

2. 添付資料

- 1) 千葉教代・篠沢健太・宮城俊作(2010)：河川堤外地の都市公園における自然回復型ランドスケープデザインのあり方に関する考察：日本造園学会，ランドスケープ研究，73(5)，707-712
- 2) 篠沢健太・千葉教代・宮城俊作(2010)：自然回復と植生管理を視野に入れた河川堤外地都市公園の計画設計フレーム：日本造園学会，造園技術報告集6 2011

1. 研究の目的

近年、河川空間における自然回復の方法や技術の幅は広がりつつあり、これまでレクリエーション利用に重点がおかれていた都市公園などにおいても自然回復を視野に入れた公園づくりが試行されるようになった。公園における自然回復の調査研究、整備事例は増えつつあるが、生態学的な調査研究が整備の技術を重視したものが多く、計画設計の立場から生態的な内容をどう扱い、それをどうデザインに積極的に反映させるかは十分議論されていない。また計画・設計の与条件として把握すべき個々の動植物の生活史や生育環境に関する詳細な調査は特徴が明確な限られた河川では行われ、その結果は対象河川固有の事象として議論され、一般化することは困難とされている。しかし実際には多くの河川、特に都市化しつつある中小河川で自然環境の喪失は著しく、生物生息空間と整備との調整を計画設計していく必要性が高まっている。

河川空間における自然保全や植生回復、植生管理はこれまで、公園利用とは別の範疇でとらえられてきた。しかし、公園利用を植生に関する「人為的攪乱」と捉えれば、河川に生じる洪水などの自然攪乱、植生管理とともに一体的に扱うことができる。とくに攪乱が頻繁に生じる河川空間の保全や管理の場合、こうした考え方により専門領域を横断する、より効率的かつ効果的な対応に結びつく可能性は高くなる。本調査研究では、洪水などの自然現象の頻度と規模に留意し、それらを公園利用、管理・保全行為と同じ時空間スケールに布置して両者の関連を検討し、個々の事象や行為を関係づけることにより、公園利用を管理の「一手法」と考える計画・手法を提案し、河川空間に関わる人為的な行為と自然環境との調整のあり方を検証することを目的としている。

本研究では、河川空間に関わるさまざまな自然現象と公園整備に伴う行為、公園利用をその空間規模と発生頻度に基づいて同じ時空間スケール上で整理した上で、それらの相互関係を検討して互いに補完しあう方法を検討する。計画・設計段階から、自然現象と公園利用をともに植生に対する営力と捉え、計画設計から整備、その後の管理までを一貫した植生変化の過程ととらえる。またそれにより、整備後の変化や将来の動向も時系列で把握、評価することを試みる。さらに、植生変化の過程と営力を示すことを試み、河川管理者、公園管理者と地元住民の情報共有に貢献する、等の特徴をもっている。

こうした手法を用いることにより、詳細な生態学的調査がまだ行われていない、都市化が進む河川などにおいて、洪水などの自然攪乱や草刈管理など的人為的攪乱を自然回復の「機会」として活用する計画設計を試行する可能性が高まる。また防災計画との整合性の検討や市民参加型の河川整備の取り組みにおいて情報共有のための有力な手段となり、円滑な合意形成に貢献できると考えられる。

2. 方法

2.1 時空間スケールの考え方

河川を含む自然環境は、さまざまな事象の連続や変動によって成立する。中村^{2,1)}は、景観はパターンとして認識されることが多いが、自然再生事業においては、できる限りその景観に内在するプロセスを掘り起こすことが必要であり、プロセスに目を向けることで、河川の生態系を維持するためのさまざまなつながりが見えてくると述べている。加えて、河川も含めた水辺域の横断・垂直・縦断的連続性と、それらのつながりを維持する洪水攪乱を重要視している。本研究の対象地である大阪府営石川河川公園「自然ゾーン」では、過去の流路変動や高水敷の植生変化、都市公園整備に関わる造成や人の利用による人為的攪乱など、景観を形成するさまざまな事象が存在する。しかし、これら対象地と周辺地域に関連する事象に関する情報は、空間的にも時間的にも断片的である。そのため自然回復のデザインを行うにあたって相互の関連性を理解しづらく、それぞれのつながり・関係をより明瞭に示す必要がある。

これを踏まえ、本研究では、空間規模と発生頻度、継続時間の違いに着目する時空間スケールの考え方に基づいて、さまざまな事象を整理し、河川堤外地都市公園における自然回復のあり方を検証する。時空間スケールは、多くの情報の関連性を総合的に捉える基礎となる^{2,2)}。時空間スケールに基づいてさまざまな事象を整理することで、考慮すべき対象空間の最大・最小スケールを決定することができ、個々の事象の変動や空間特性との関連を包括、有機的に把握することも可能となる。本研究では、計画・設計における提案やその操作のスケールも同時にこの時空間スケールを意識し行うこととしている。

2.2 調査・研究の方法

時空間スケールの考え方に基づく計画・設計手法を以下の方法で検討する。

(1) 調査結果等に基づく時空間スケール図の作成、整備の検証

2002年4月に自然回復を意図した整備の第一段階が完了し、すでに10年が経過した石川河川公園自然ゾーンA地区において整備後の植生変化を植生調査等から時空間スケールで整理し、整備内容を検証、植生管理等の必要性を見極める。

(2) 時空間スケールに基づいた植生管理メニューの作成と検証

既往研究・報告の知見をもとに植生管理手法や頻度・時期、効果を抽出し、その管理の内容、対象と時間軸により整理する。整備や管理に対しさまざまな制限のある中小都市河川において、事前に知見と管理手法や方針の関連を整理し明確にすることで、通常の維持管理作業などと連動した植生管理を計画する。

(3) 植生管理実験への提案

公園既開設地区(D地区)の「植生管理実験区」において、大阪府、指定管理者と提案・協議の上で、数タイプの植生管理(攪乱)実験を行い、効果を検証する。検証結果から、今後の公園維持管理と連動した植生管理のあり方を示す。

3. 対象地

3.1 「堤外地都市公園」の特殊性と可能性

河川空間のデザインは、生態学的な特性と治水、利水、空間利用などの要望を調整する必要がある。

市街化が進む都市においても、河川空間には洪水による攪乱など、自然の影響力が強く残り、生物の移動・生息空間としての重要性も高まっている。近年、自然を指向した河川空間のデザインについても一定の理解が得られつつある。しかし多くの河川空間では、未だに工学的な河川改修と自然環境の保全・創出のはざままで試行錯誤の途上であり、多自然型河川整備においても、その場、地域との関連性や必然性が希薄な事例も散見される。

一方、堤外地に整備される都市公園は、日常的な公園利用やさまざまなレクリエーション機能などで河川空間が利用されている。こうした都市公園整備を流域単位で考えた場合、前述の生物生息空間としては上下流の連続性が分断され、その確保が困難となっている。加えて、河川区域と公園区域の担当部署の違いによって整備・維持管理などの基準やルールが異なるなどの特殊性も有している。

とくに生物の生息に影響を及ぼす植生管理については、公共・民間による管理内容の相違も課題となりつつある。本研究で対象とした石川河川公園においては、従来から行われてきた公共による植生管理としては、①河川区域と公園未開設区域を対象とする河川砂防関係部署による管理、②公園開設区域を対象とする公園課による管理がある。また近年、都市公園の指定管理者制度を導入したことにより③民間管理団体による管理が加わった。また、④公園開設区域においては市民活動による管理が行われるケースもある。さらに⑤公園区域内に農業用水路等が既設する場合、地域の水利組合などによって管理される場合もある。各主体による管理は、利用と安全が主な目的であり、それぞれに特化した管理が可能一方で、刈り取りなどの植生管理などでは重複した作業が発生する可能性もあり、各主体間の連携が重要な課題となる。

堤外地都市公園では高水敷、低水敷、水域(中洲など)などに大別される河川空間に対し、どこまでの範囲を公園計画区域と設定するのかにより、自然回復のアプローチも変化する。低水敷までを含めて公園計画区域としたものとして、淀川河川公園や本研究の対象地である大阪府営石川河川公園などがあり、都市部においては利用者が身近に自然に触れることのできる有効な空間となっている。本研究では、これらの堤外地都市公園の特殊性や課題を踏まえつつ、公園事業の中でも河川環境の保全再生を進めていくことができる可能性を検証する。

3.2 大阪府営石川河川公園の概要

3.2.1 大阪府営石川河川公園の概要

本研究の対象地である、大阪府営石川河川公園は、大阪府南部を流れる大和川水系石川の堤外地 11.6km に広がる 172.6ha の都市公園である。流域で都市化が見られ、河川敷ではグラウンドやレクリエーション施設などの整備が進められている。

自然ゾーンは、中流域に位置する河南橋から新大黒橋までの約 1.6km の地域である(図 3.1)。1982 年に滝畑ダムが建設され、水量調節が行われるようになり、農業利用のために堰が多数設置されている。



図 3.1 自然ゾーン位置図

そのため、夏の渇水時には水量が大幅に減少し、降雨後には一時的に出水が増加する傾向にある^{3.1~3.3)}。さらに1994年から1995年にかけての低水護岸が整備され、河道が固定されたため、中流域特有の瀬と淵のある蛇行区域が減少とともに河川敷が冠水しなくなり、河川敷の乾燥化が進行している³⁾。

3.2.2 自然ゾーンにおける市民活動の経緯^{3.2)}

1980年代より高水敷を公園やグラウンドとして均質に整備する河川改修が進められてきたことに対し、「石川らしい自然の再生」を目標とした市民活動が開始された。「自然ゾーン」における市民参加は、「石川あすかプラン」に対する市民の反対運動に起因する(表3.1)。1988年に大阪府が提案した「石川あすかプラン」は、石川河川敷を治水のみでなく公園として整備するための環境整備全体計画である。府は同プランに基づき1991年「石川河川公園基本計画」を打ち出し、全長11.6km、172.6haの河川敷を5ゾーンに区分した。その1つである「自然ゾーン」は、当初の計画では通常の河川改修が行われた後、他の4ゾーンと同様な人工的整備が計画されていた。しかし1994年そうした整備は、「自然ゾーン」の河川生態系をかえって壊す結果を招きかねないとの主張から、流域3市の市民団体がこのプランに反対運動を起し、「石川あすかプランを考える市民連絡会」を発足した。

同連絡会は1994年「石川あすかプラン」の見直し、「自然ゾーン」での地形や植生の現状維持、地域住民の意見の反映などを求めた要望書を大阪府知事宛に提出した。「石川あすかプラン」の問題を主張すると共に石川流域の生物相を記録し、さらに整備工法などの勉強会を開き、主張の裏付けを行っていった。とくに植物調査においては、環境省準絶滅危惧種ミゾコウジュの生息を南河内で初めて確認した。これらの市民からの要望と同時に自然環境に対する社会的認識も変化し、大阪府においても1994年「石川河川公園における自然復元計画調査報告書」^{3.1)}が作成され、その後「自然ゾーン」における「石川あすかプラン」の見直しを行った。さらに大阪府は、石川河川公園の今後にとって地域住民の意見反映と運営協力は欠かせないと判断し、1998年「石川河川公園自然ゾーン検討会」を設置した。

表3.1. 自然ゾーンワークショップ発足までの経緯^{3.5) 3.6)}

年・月	経緯	合意形成までのポイント
1988	大阪府、環境整備全体計画「石川あすかプラン」の提案 全長11.6kmの河川敷を都市公園として整備する計画案	
1990		建設省より多自然型工法の通達
1991	大阪府、「石川河川公園基本計画」を打ち出す 「石川あすかプラン」を基に5つのゾーニングを行う	
1994 3/15	市民により「石川あすかプランを考える市民連絡会」準備会が発足 府知事宛に、「自然ゾーン」での地形や植生などの現状維持、周辺住民の意見の反映を 求める「あすかプラン」の見直しの要望書を提出	→市民と大阪府の対立
3/27	市民により「石川あすかプランを考える市民連絡会」が発足 市民運動の開始、野鳥の生息調査、植物調査(ミゾコウジュの確認)	
	*この間、公園事務所・土木事務所との話し合いが数回に分けて行われる 市民→「自然ゾーン」の護岸の工法について透水性の護岸とするように要望 当初は全てコンクリート護岸とする計画であったが、大阪府側の理解により「自然ゾーン」内の全 ての	→合意形成への兆し
1998	大阪府により「石川河川公園自然ゾーン検討会」が設置される 「あすかプラン」の見直し	→自然保護に対する社会的認識の変化 1992年「種の保存法」 1994年「都市公園法施行令」の改正 1995年「生物多様性国家戦略」の策定 など
1999 3/	市民・大阪府により石川河川公園「自然ゾーン」管理運営計画が提案される 市民・大阪府・専門家が共同作業を行う場としてワークショップが提案される	
2000	石川河川公園「自然ゾーン」ワークショップの発足 大阪府→ワークショップの運営管理をコンサルタントに委託する 市民が参加するワークショップの開始	表-2に詳細記載

同検討会は、数人の学識経験者と市民を代表して 3 つの市民団体の代表者および富田林土木事務所、南部公園事務所から構成された。同検討会は、地域の共有財産として親しまれる公園整備を目指して、住民参加型の管理運営のあり方について検討を行った^{3,4)}。その結果として、管理運営の基本方針として 1999 年「石川河川公園『自然ゾーン』管理運営計画」^{3,4)} が打ち出された。その内容は、「身近な自然をつくる」ことを目標とし、自然の創造と復元には時間をかけて「じっくりつくる」などの自然を考慮した 5 つの基本的な提言を明記するものであった。これらのなかには、河川公園整備の目的をハードな構造物を整備することからソフト（環境管理）重視へ転換する「安く手軽につくる」、そのためには公園をエンドユーザーである「地域住民とともにつくる」必要があるなど、住民参加の成否に関わる主要な提案が折り込まれていた。この管理運営計画に基づいて、市民・大阪府・専門家などが共同作業を行う場を設け、それを運営する組織として、1999 年石川河川公園「自然ゾーン」ワークショップが発足した。

こうした経緯を経て現在、石川河川公園「自然ゾーン」は A～D の 4 地区に区分され(図 3.2)、本来の中流域がもっていた「川らしさ」を求め、順次に計画・整備が行われおり、A 地区については、支流梅川の合流点より下流右岸側の地区で、2002 年 4 月に整備の第一段階が完了した。



図 3.2 自然ゾーン

4. 河川堤内地の都市公園整備計画における時空間スケール図

本章では、石川河川公園における自然事象と管理内容について、その空間規模と発生頻度等を時空間スケール上で整理してそれらの関係性を把握し、互いに許容されうる整備内容を検討することにより、都市内中小河川などに適応可能な自然回復型ランドスケープデザインの提案を目標としている。2002年4月に整備の第一段階が完了した自然ゾーンA地区において設計整備内容と整備後7年間の経過を植生調査結果から検証することで、その可能性を実証的に検討した。なお、この成果については、日本造園学会ランドスケープ研究73(5)^{4.1)}にて発表した。

4.1 大阪府営石川河川公園「自然ゾーン」A地区の整備方針

自然ゾーンの整備方針は、前述の大阪府(1988)『石川あすかプラン』で初めて示された後、それに対する市民活動を経て、1999年に策定された『石川河川公園自然ゾーン管理運営計画』^{4.2)}(以下、管理運営計画とする)においてその内容が行政・市民の共通認識として示されている。管理運営計画では、「身近な自然である石川らしい自然環境をゆっくりと時間をかけて再生する」、「川の自然営力により川に自然をつくらせる」などの5つの基本方針が位置づけられ、これらを踏まえて、A地区の計画・設計および整備が実施された。

A地区の堤内地側は水田等耕作地で、堤内地側に住宅地が広がるB~D地区と比べ、地域住民の日常的な利用は少ない。また、上下流の橋から距離があり、アクセスも困難である。この条件を生かして、A地区では、市民の日常的な公園利用よりも自然回復の誘導に比重を置き、整備後は自然の営力による環境の変化をモニタリングしつつ、時間をかけて自然回復を目指す整備方針が採用された。

4.2 A地区の自然回復を考慮した整備手法

4.2.1 時空間スケールを考慮したデザイン手法

A地区の整備内容を検討するにあたり、行政・市民の双方で行われた動植物調査等の資料を収集・整理し、2000年より数回にわたり現地調査を実施した。同時に過去数時点の空中写真を入手し、整備直前には既に平坦に造成されていた高水敷にかつて流れていた梅川流路の位置や石川との合流点、高水敷に生育するセイタカヨシ群落の分布状況など、河川の経年的な変化、変動の面的な情報を把握した。また対象地の地形等から、地区内で生じる水分条件の変動を雨水・農業用水・河川(本支流、洪水等)に分け、その発生箇所を特定し、それらを河川空間の計画設計に結びつけるよう整理した^{4.3)4.4)4.5)}。

これら対象地と周辺地域に関連する情報は、空間的にも時間的にも断片的であるため、自然回復のデザインを行うにあたっては、相互の関連性を理解しづらい。そこでさまざまな事象を空間規模と発生頻度、継続時間の違いに着目し、時空間スケールに基づいて図式化した。時空間スケールの考え方は、「対象とする場の最大・最小空間スケールを決定し、要因を時間スケールに基づき整理することがある場に関与する要因の主従(因果)関係を意味しており、多くの情報の関連性を総合的に捉える基礎となる」^{4.6)}。

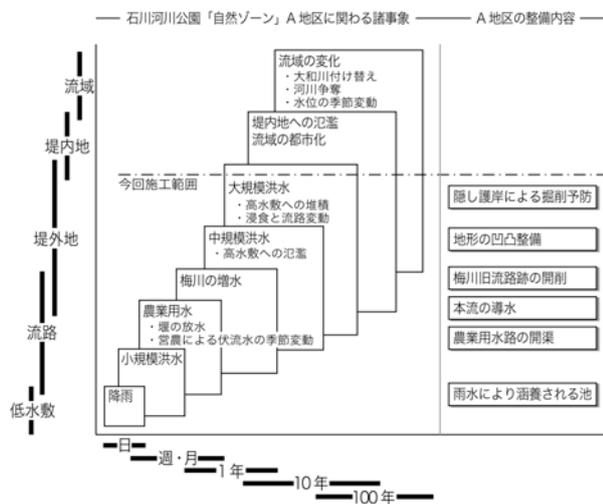


図4.1 A地区に関わる諸事象の時空間スケールの整理^{注4.1)}

これに基づいて、A 地区で確認された個々の事象の変動や空間特性との関連を包括、有機的に把握することを試み、同時に計画・設計における提案についてもその操作のスケールを意識するよう提案を行った(図 4.1)^{4.3)}。

4.2.2 時空間スケール上で把握された整備内容

時空間スケールによる諸事象の整理により、水分条件や規模が異なる多様な水辺空間の創出を目標とした整備が提案され、これに基づき 2002 年に A 地区の整備が実施された(図 4.2)。以下、整備内容について示す^{4.4)4.5)}

(i) 小スケールの整備

小スケールの整備では、1ヶ月に数回～1年に数回の攪乱が生じる規模が想定されている。雨水と農業用水の利用が対象となった。雨水の利用では、高水敷に大きさの異なる凹地を点在させ、雨水が溜まることで涵養される池がデザインされた。この池はそれぞれに集水規模が異なるように設計され、出現・消滅の頻度に違いが生じ、多様な空間が創出されるようになっている^{4.3)}。

また A 地区堤内地に広がる水田の水を排水するため、対象地には 3 本の既設の農業用水排水路があった。農繁期と農閑期で水路を流れる水量が異なるため、周囲には季節的な水分条件の変動に応じた植生が生育する。

(ii) 中スケールの整備

中スケールの整備では、数年単位で攪乱が生じる規模が想定された。空中写真から梅川の旧流路の形態を読み取り、その流路跡に沿って高水敷を開削し周辺部の地形に凹凸をつけ、新たに水路となる空間が創出された。梅川の旧流路に沿って地形に変化をつけることで、河川本支流からの導水によってフラッシュが起こるように計画されている。通常は、河川本支流からの伏流水が流入し、洪水時には支流部から水が越流するように、水路と支流の間にフトン籠を用いた越流堤状の構造が整備されており、水量の変化に対応可能な構造となっている。

(iii) 大スケールの整備

大スケールでは、数十年単位で発生する大規模な攪乱が想定されている。旧流路の開削・地形の凹凸化など高水敷により小さなスケールでの攪乱を発生させる場合、その攪乱要因である洪水流が大規模になると、既設の低水路護岸裏に水が浸入して洗掘され、本堤防に影響が及ぶ危険がある。A 地区は石川本流と支流梅川との合流地点で水衝部であったため、地域住民との協議のもと治水上の安全を確保するために高水敷地中に新たに「隠し護岸」が設置された。隠し護岸は既設の堤防基部に整備され、下流端は農業用水路に沿って流路側に斜めに張り出すように整備された。

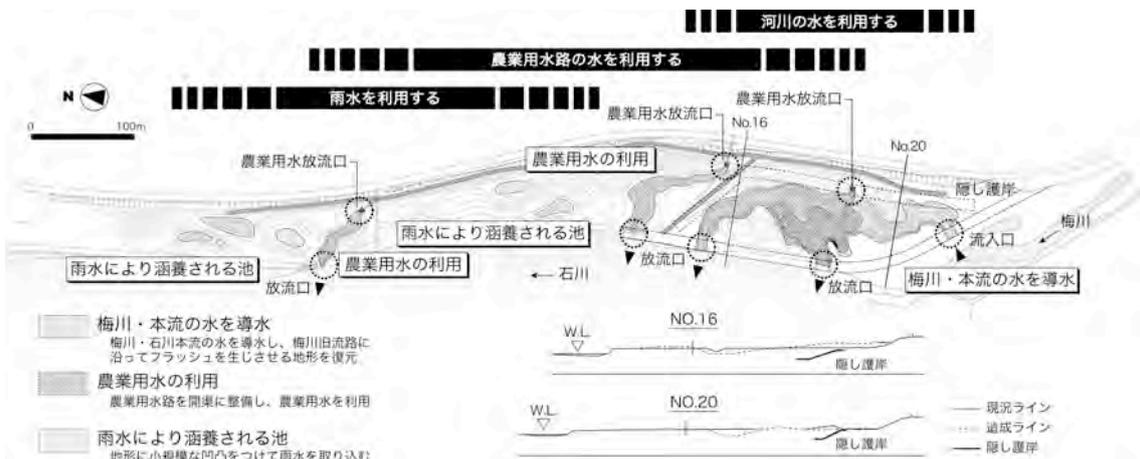


図 4.2 A 地区のゾーニングと計画平面図^{注 4.2)}

4.3 A地区における整備後の植生群落の動向

A地区では2002年4月に第一段階の整備が完了し、その後3回の植生調査が実施された。1回目は、整備完了直後の2002年10月～11月(図4.3)^{4.7)}、2回目は整備後1年が経過した2003年5月(春季)と9月、11月(秋季)(図4.4)^{4.8)}(以下、整備後2年目)、3回目は整備後7年目の2008年10月(図4.5)^{4.9)}に実施された。この調査は整備後の植生回復状況の把握と今後の管理のあり方を検討するために行われ、前2回は専門家による植物社会学的植生調査が、3回目は専門家による約30地点の群落調査と、その調査結果に基づいた優占植生による相観植生図の作成を、石川河川ゾーンで15年間自然観察活動を行っている市民団体が行った。

整備完了直後の2002年には、起伏をつけた高水敷の斜面地頂部付近から高水敷平地の中乾性な環境の大部分に、メヒシバやアキノエノコログサなどの夏型1年生草本群落が多く占めていた。この時点では、これらの群落は整備後2年目では、ヒメムカシヨモギやオオアレチノギク、ヒロハホウキギクなどの冬型1年生草本群落におきかわると予測された^{4.7)}。しかし、整備後2年目(2003年)では、セイタカアワダチソウやシナダレスズメガヤなどの多年生草本群落が予想を超える範囲で拡大していた。整備後7年目の2008年の調査では、セイタカアワダチソウ、クズ、セイタカヨシの群落が大部分を占めていた。また、2002年の調査ではカワラケツメイ、2003年の調査ではカワラケツメイ、オオアカウキクサ、コギシギシ、ミゾコウジュなど保護上重要と考えられる植物の出現が確認された^{4.7)4.8)}。2008年の調査では、調査時期の関係もありカワラケツメイのみが確認された^{4.9)}。

4.4 整備の影響による植生の変動とプロセス

河川空間整備内容と植生調査結果に基づき、各整備内容と植生変化との関係を把握する。これらの整理にあたって、整備内容が影響を及ぼす空間規模とその影響の継続時間、河川空間に発生する諸事象の頻度と規模に着目し、整備により創出された以下の立地ごとに植生変化と環境条件の変動を時間、空間スケールを用いて図化した。検討した立地は、①雨水により涵養される池、②農業用水路、③梅川旧流路跡の開削と本流の導水、④凹凸地形の造成により創出された高水敷斜面地～斜面地頂部、⑤④と同様の整備により創出され、より起伏の変化が緩やかな高水敷平地である。さらに整備による人為的影響との比較のため、⑥本川水際堆積地、⑦本川水際についてもその変化を把握した(図4.6)。

(i) 小スケールの整備内容と植物群落の変化

① 雨水により涵養される池

整備後1年目(2002年)は、水辺1年生草本群落のホソバヒメミソハギ-タマガヤツリ群落、ケイヌビエ-オオクサキビ群落と水辺多年生草本群落のキシウズメノヒエ群落を確認された。2年目はこれらの群落に加え、メリケンガヤツリ群落が新たに出現し、前年にホソバヒメミソハギ-タマガヤツリ群落、ケイヌビエ-オオクサキビ群落が確認された立地の多くがキシウズメノヒエ群落あるいはメリケンガヤツリ群落の水辺の多年生草本群落におきかわった。整備後2年間で多年生草本群落へ遷移が進行しつつあるが、湿潤な環境は保たれていると考えられる。

整備後7年目は、1年生草本群落およびメリケンガヤツリ群落は消失し、多年生草本群落のセイタカヨシ群落とセイタカアワダチソウ-クズ群落に変化した。一方、2002年より確認されているキシウズメノヒエ群落は、同一の場所でヒメガマ-キシウズメノヒエ群落として確認された。以上のことから、整備後7年間の変化として、整備直後に創出された「雨水による涵養される池」の多くで開水面が減少したことがわかる。これは、この池が通水のない止水性のため、高茎草本の遺骸が堆積して陸化し、富栄養化が進行したためであると考えられる。

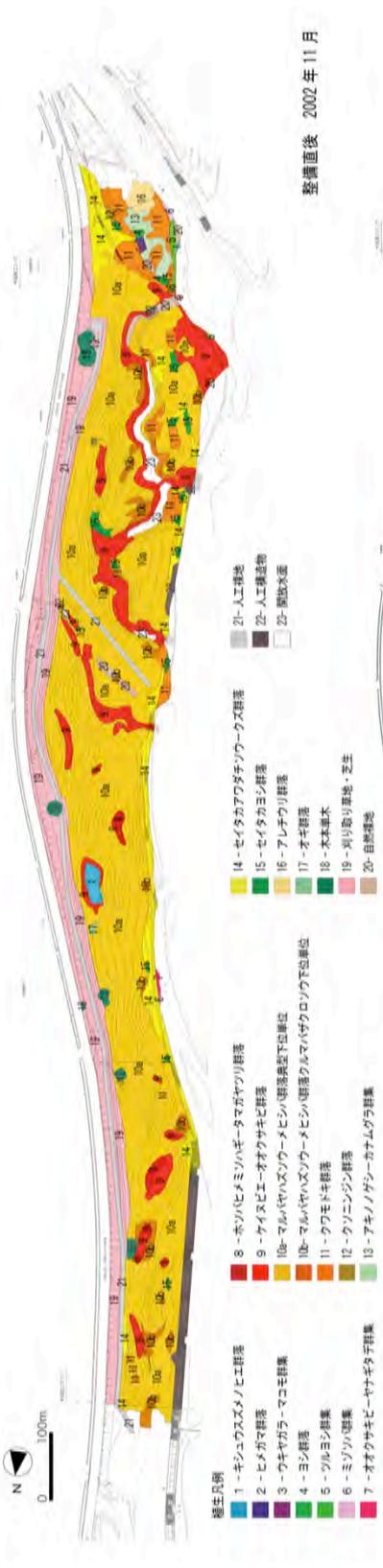


図 4.3 2002 年現存植生図



図 4.4 2003 年現存植生図



図 4.5 2008 年相観植生図

② 農業用水路

整備後1年目は、水辺の1年生草本群落のケイヌビエ-オオクサキビ群落を確認されたが、2年目は減少し替わってメドハギ-シナダレスズメガヤ群落が新たに出現した。整備後7年目は、オオクサキビ-ヌカキビ群落などの水辺の1年生草本群落が出現した。これは、水路疎通のために堆積土砂の浚渫と草本の刈り取りが水利組合により実施されたことが影響していると考えられる。以上のことから、農業用水の排水を円滑に行うために実施された管理作業が表土の攪乱となり、1年生草本群落の維持につながっていることが言える。

(ii) 中スケールの整備内容と植物群落の変化

③ 梅川旧流路跡の開削と本流の導水

整備後1年目の2002年では、水辺の1年生草本群落のケイヌビエ-オオクサキビ群落と堆積土上の1年生草本群落クワモドキ群落を確認された。クワモドキ群落は2003年に一時消滅し、セイタカアワダチソウ-ヨモギ群落となるが、2008年には再び出現する。クワモドキは1年生草本であるため、生育地の安定化に伴い一時的に多年生草本に移行したが、その後の攪乱などにより生育適地が再び形成されたことで個体を確認されたと考えられる。2年目の2003年では前年のケイヌビエ-オオクサキビ群落に加え、キシウズメノヒエ群落を確認されている。整備後7年目の2008年では、1年生草本とオギ群落などの多年生草本がパッチ状に確認され、河川本支流からの導水が継続していることが伺える。一方、セイバンモロコシ群落が新たに出現し、加えてセイタカアワダチソウ-クズ群落やセイタカヨシ群落などの多年生草本群落が拡大の傾向にあること、また開水面が減少していることなどから、土砂を流出させる規模の洪水は発生しておらず、土砂の堆積が進行しつつあることが言える。

④ 高水敷斜面地～斜面地頂部

整備後1年目は、マルバヤハズソウ-メヒシバ群落が高水敷斜面地から平地にかけての広範囲を占めていたが、部分的にセイタカアワダチソウ-クズ群落とセイタカヨシ群落を確認された。2年目は、マルバヤハズソウ-メヒシバ群落に替わりセイタカアワダチソウ-ヨモギ群落が拡大する。

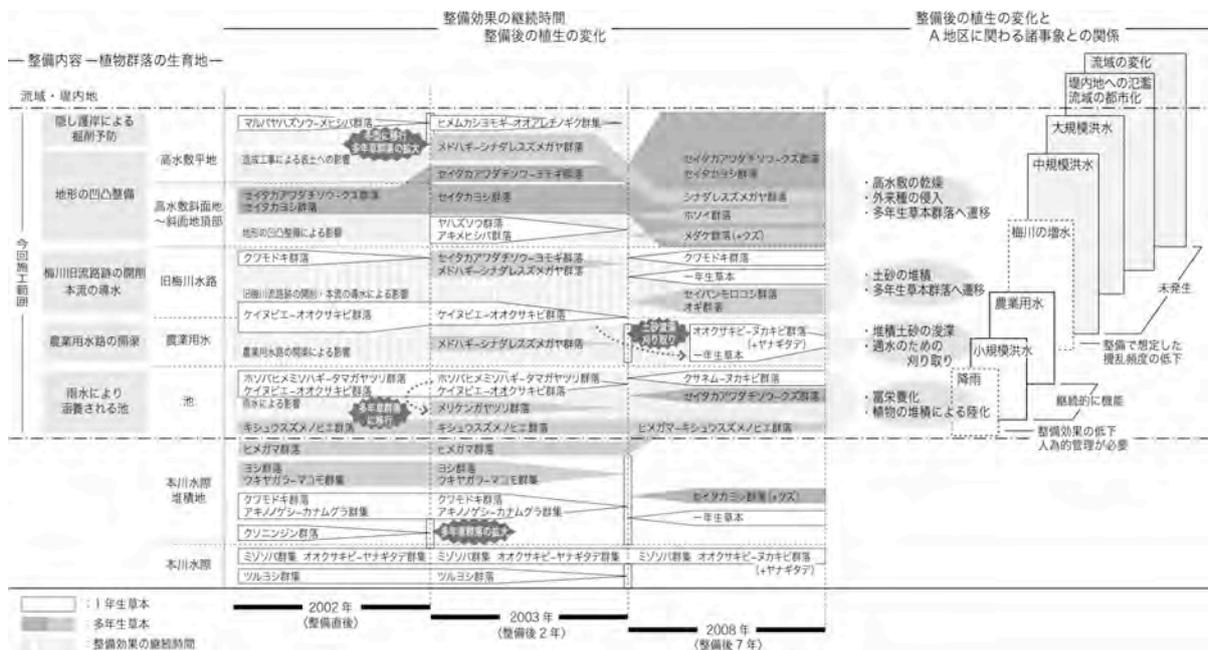


図 4.6 各整備の影響と植生の変化の関係

また、ヒメムカシヨモギ-オオアレチノギク群集とメドハギ-シナダレスズメガヤ群落が高水敷斜面地から平地にかけて確認されたが、これは夏型 1 年生のメヒシバなどが冬型 1 年生のヒメムカシヨモギにおきかわったことと、多年生草本群落が急速に拡大しつつあることを示す。7 年目は、セイタカアワダチソウ-クズ群落およびセイタカヨシ群落が繁茂し、パッチ状にシナダレスズメガヤ群落が確認された。セイタカヨシ群落は 1 年目とほぼ同じ立地で拡大しているが、これは造成にあたって整備前のセイタカヨシの地下茎を含む表土を利用したことが影響していると考えられる。

(iii) 大スケールの整備内容と植物群落の変化

⑤ 高水敷平地

整備後 1 年目は、マルバヤハズソウ-メヒシバ群落を広範囲で確認された。これは、隠し護岸や地形の凹凸化などの整備における造成工事が大規模な表土攪乱となり影響したものと考えられる。しかし 2 年目には、マルバヤハズソウ-メヒシバ群落は消滅し、セイタカアワダチソウ-ヨモギ群落とメドハギ-シナダレスズメガヤ群落が拡大した。これは造成後に攪乱が生じず、さらに整備前の多年生草本の種子を含む表土を利用したために遷移が早まったと考えられる。いくつかの地点では、ヤハズソウ群落、アキメヒシバ群落が新たに確認され、さらに冬型 1 年生のヒメムカシヨモギ-オオアレチノギク群集が出現し、当初の予測通り、夏型から冬型の 1 年生草本への移行を示した。7 年目は、シナダレスズメガヤ群落は減少傾向を示したが、セイタカアワダチソウ-クズ群落およびセイタカヨシ群落については拡大していることから、造成工事による表土攪乱の影響がほぼ消失し、高水敷が乾燥化しつつあると言える。

(iv) 整備範囲外の自然環境の変化

⑥ 本川水際堆積地

2003 年までは、ヒメガマ群落やヨシ群落やウキヤガラ-マコモ群集の低湿地の多年生草本に加え、1 年生草本群落のクワモドキ群落やアキノノゲシ-カナムグラ群集が確認された。一方でクソニンジン群落は、セイタカアワダチソウ-ヨモギ群落の拡大に伴って 2003 年には消失した。2008 年では、ヨシなどの低湿地の多年生草本群落は消失し、1 年生草本とセイタカヨシ群落が確認されたが、これは流水などによる小規模な攪乱が生じた結果と推測できる。

⑦ 本川水際

2002 年から 2008 年までの調査では、ミゾソバ群集およびオオクサキビ-ヤナギタデ群集が継続して確認された。一方で、本流の流れと接する流水辺に生育していたツルヨシ群集は、2008 年には消失した。このように対象地に隣接する河川水辺の自然環境では、多年生草本が消失・出現し 1 年生草本が継続して出現していることから、河川営力による攪乱が継続的に生じていることが確認できる。整備された立地では、広範囲で多年生草本への移行が見られるものの、部分的に 1 年生草本と多年生草本の消失と出現が確認されていることから、立地条件の違いから出現種やパターンが異なることを考慮すれば整備された立地においても、河川の営力(部分的には人為的管理)が反映されていると言える。

4.5 整備内容と植生変化からみたランドスケープデザインの検証

以上の個々の河川空間の整備内容と植生変化との関係を踏まえたうえで、時空間スケールの考え方をういた自然回復型ランドスケープデザインの効果を、整備内容とその結果から検証する。

整備された立地の広い範囲で多年生草本群落への移行が見られるが、農業用水路や高水敷を開削し本流からの導水を意図した梅川旧流路跡の立地では、1 年生草本群落が維持され

ており、小規模な洪水による攪乱が継続して発生していることが明らかとなった。とくに農業用水路では、2008年夏季に排水機能を確保するために人為的に堆積土砂の浚渫や草本の刈り取りが実施され攪乱の代替となった。計画・設計において対象地を取り巻くさまざまな事象を時空間スケールで整理し、関連づけておいたことで、営農活動を、自然回復を目指す立地の「状態」を生み出す営力として機能させ、公園計画に取り込むことが可能であると明らかになった。

一方、雨水により涵養される池では、止水性の池であることから今後の自然攪乱に期待することが難しく、開水面を維持する場合は高茎草本の刈り取りや掘削など的人為的管理も考慮する必要がある。多年生草本が拡大しつつある高水敷斜面地から平地においては、今後これまでに生じた洪水を上回る、中規模・大規模洪水が発生すれば変化することも期待できる。1995年に発生した洪水では高水敷への氾濫、土砂の堆積が見られる。今後発生する洪水の規模に留意するとともに、植生に影響を及ぼす中・大規模の洪水については、その攪乱程度と植生変化を検証しなければならない。加えて、高水敷の地盤が水面より高いため土砂の堆積が進行する可能性があることや農業用水路の開渠、梅川旧流路跡の開削、地形の凹凸整備によってできた勾配が急峻であるため、セイタカヨシ群落の拡大が進行するなどの指摘もあり、この課題についても継続して検証を行う必要がある。

検証の結果、対象地を取り巻くさまざまな事象を計画・設計段階において事前に時空間スケールで整理し、関連づけることで、人の利用による攪乱等も計画・設計と連動した植生管理として位置づけることが可能となり、人為的攪乱を投入する時期を見極める方法ともなった。また、5年以上の中長期的な攪乱については、今後自然回復を目指すランドスケープデザインにおいて、計画・設計から植生管理を一貫して視野におさめる方法として、可能性をもつことが示唆される。

5. 時空間スケールに基づいた植生管理メニューの作成と検証

本章では、河川空間の植生管理に関わる既往研究を整理した上で、4章で検証した自然ゾーンA地区での整備との経過の検証に加え、B～D地区で行われている、または検討されている植生管理の内容を整理し、植生管理（主に草刈管理）の管理メニューを作成することを検討した。なお、その成果については、日本造園学会造園技術報告集6^{5.1)}において発表されており、本報告書ではその内容を資料として添付し、本文での説明は割愛させていただく。

6. 自然回復型を目指した植生管理手法についての実験と調査

6.1 自然回復を目指した植生管理のあり方

河川の自然回復を目指す上で、洪水などの自然攪乱の影響は必要不可欠である。一方で、本研究の対象地のように、都市公園としての機能を有し、また住宅地などが隣接する河川では、自然回復の方法として自然攪乱を安易に捉えることは難しく、災害予防を前提としつつ、洪水などの自然攪乱を計画設計の対象にすると同時に、河川計画、利水など人為的な操作も攪乱の契機として洪水などと同じ断面で捉えて時間的・空間的な調整をおこなう必要がある。特に、4章で示した農業用水路の通水管理などは、小規模な洪水と同等の日常的な攪乱として、計画設計や植生管理に組み込むことで、自然回復の一助になりうると考えられる。また、公園管理でおこなわれる除草作業なども目的や方法、頻度を事前に計画設計に反映させ、自然回復の一手法として位置づけることは可能と考えられる。

6.2 自然ゾーンにおける植生管理実験

5章において、自然ゾーンで考えられる植生管理項目として、耕耘・造成などの現存する植物だけを対象とするのではなく、それが生育する立地を人為的に攪乱する「立地の攪乱」と、その後に植物や植生に対して操作、管理をおこなう「植物体への操作」*に大別し、それぞれ管理項目について検討をおこなった。これらの結果にもとづき、以下の植生管理を実施した。

「立地の攪乱」のうち、整備が完了した A 地区において①放置、②耕耘、③造成、④はぎ取りの経過を把握した。結果については4章および5章に示した通りである。加えて、自然ゾーン左岸下流域 C 地区でおこなわれた農業取水路工事で、①放置+③造成の影響について現地調査を実施した。また「植物体への操作」として、自然ゾーンのほぼ全域において生育が確認されているクズの除去実験で、②耕耘、③造成(盛土、浚渫土まきだし)、⑦刈り取りについて植生調査およびクズの根絶を目的とした実験を実施した。さらに、今後の公園管理と連動した植生管理としてオギ群落、セイタカヨシ群落の管理計画が提案された。以下、「立地の攪乱」として C 地区の農業取水路工事、「植物体への操作」としてクズの除去実験について内容および結果について示す。

6.3 「立地の攪乱」実験・調査の方法と結果

「立地の攪乱」として、自然ゾーン左岸下流域 C 地区でおこなわれた大黒地区農業取水路(以下、大黒用水路)で調査をおこなった。大黒用水路工事は、2010年5月に第一段階の整備として、幅5mの素堀水路が高水敷に整備された。その後、2011年6月に素堀水路を含む高水敷を切り下げる第二段階の整備がおこなわれた。以下、各整備段階での環境の変動について示す。

6.3.1 素掘り水路の整備

C地区を横断する大黒用水路の取水路は、堤防下部から堤内地へと導水されるが、増水時には堤防法尻の堰で止水される。このため、余水は隣接するサイクリングロードへ流出し、本流に排出されていた。2010年5月、増水時の余水を本流へ排出するための、第一段階の整備として幅5mの素堀水路が高水敷に整備された(図6.1)。排水による攪乱の影響をみるため、整備前の5月と整備直後の7月に地形測量をおこない、その後地形や植物の変動についてモニタリングを実施した。その結果、素堀水路は攪乱頻度が高く(図6.2)、水路内に植生は定着せず、一部水路岸が浸食され倒木が生じた(図6.3)。これは、A地区の農業用水路が水田からの落とし水の排水路なのに対し、C地区の農業用水路は取水路で本流に導水堤も設置されていることが影響していると思われる。

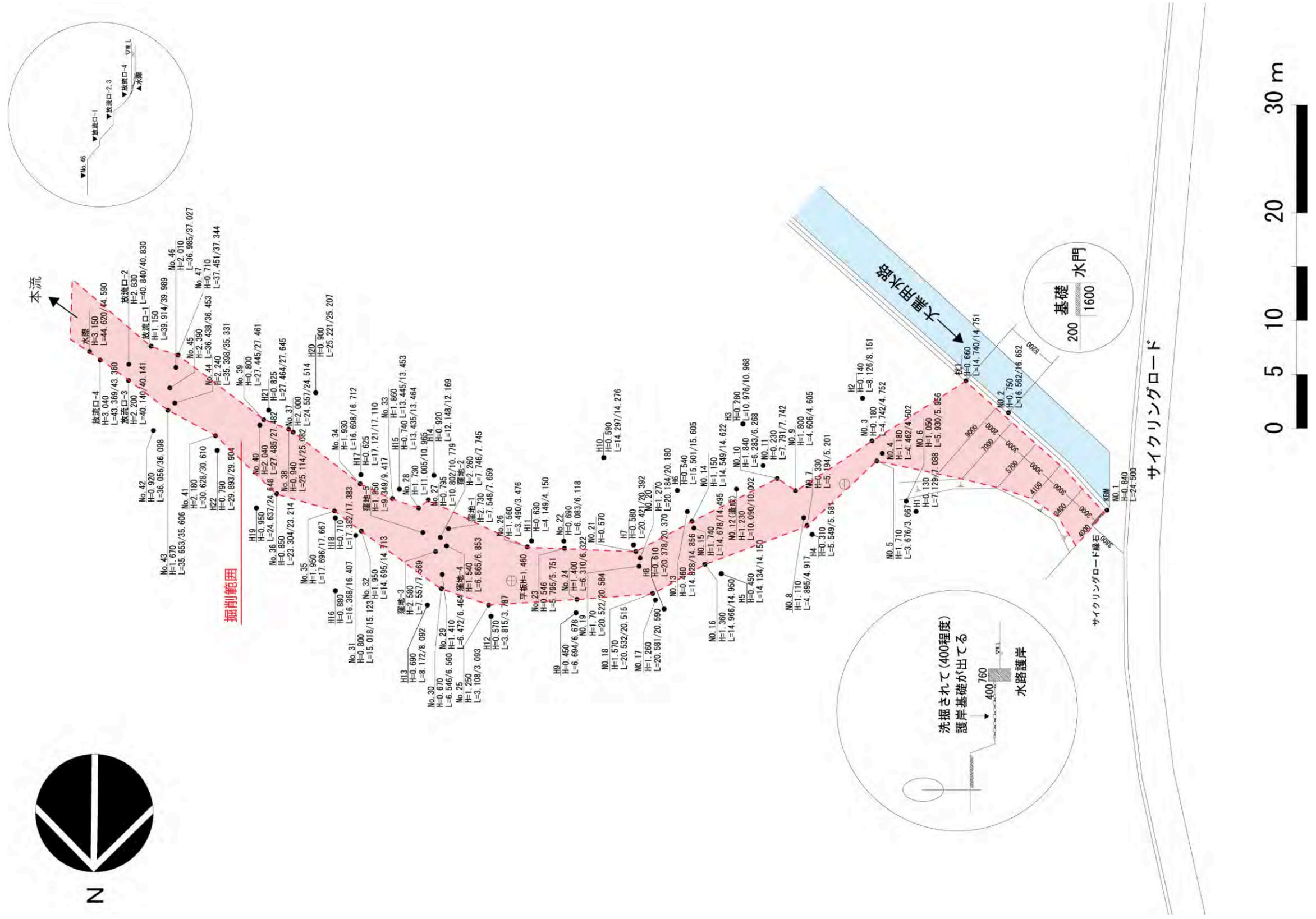


図 6.1 素掘り水路平面図

整備前測量：2010年5月

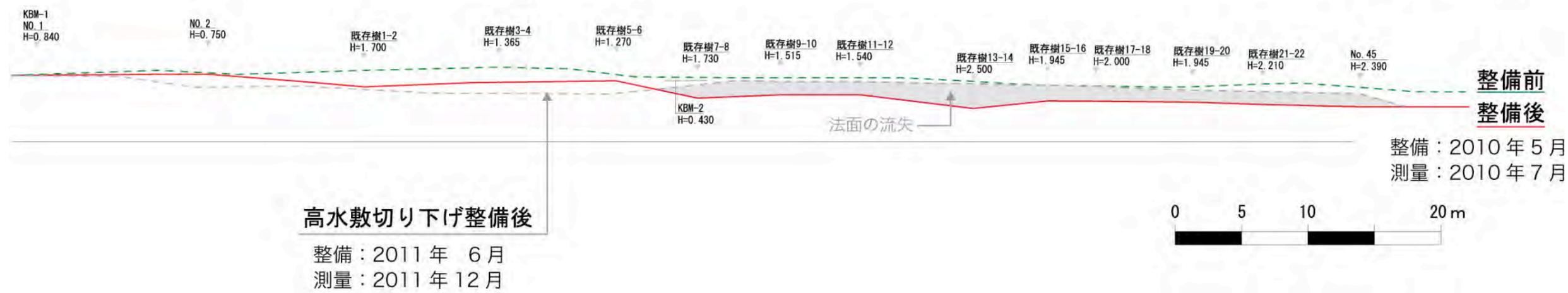


図 6.2 素掘り水路縦断面図



図 6.3 素掘り水路写真(2011年3月撮影)



図 6.5 高水敷の切り下げ写真(2011年9月撮影)

6.3.2 高水敷の切り下げ

第一段階の整備後、2011年6月に前年度に整備された素堀水路を含む範囲で、大黒用水路の堤防側から本流にかけて、高水敷を平均80cm切り下げ、越流路の拡幅が実施された(図6.4、図6.5)。同時に、大黒用水路の護岸に越流機能をもたせるよう、水路右岸側が50cm切り下げられ、法尻の水衝部が固定された。2011年9月に発生した台風12号および台風15号により、大黒用水路内に土砂や樹木などの流出物が堆積し、整備された越流路に常時越流する状態となった。

整備後の植物の定着や変動をみるため、台風15号後の9月と12月に専門家による植物相調査(表6.1)を、また12月には地形測量を実施した。9月の植物相調査では、ケイヌビエやタマガヤツリ、コゴメガヤツリなどの一年生草本が多くみられ、一部多年生草本であるツルヨシも確認された。オオブタクサやオオカワヂシャなどの一年生の外来種、シナダレスズメガヤ、セイバンモロコシなどの多年生の外来種も確認されたが、個体数はわずかであった。12月の調査でも、同地点でツルヨシが確認された。一方、拡幅された越流路の中央部(図6.4参照)では、土砂が堆積するとともに渇水期になったことで浸水箇所が減少し、オオブタクサ、シナダレスズメガヤなどの外来種の実生が数地点で確認された。加えて、9月の調査時に確認されたオランダガラシについては、堆積土周辺や流水辺で多く確認され、生育範囲の拡大がみられた。これは、オランダガラシの生育適期が他の春の植物よりも若干早いためと考えられる。この経過から、今後は、セイヨウカラシナなどの春の植物が優占すると推測される。また、ヤナギの定着が数地点でみられたが、その一部については、用水路からの越流水の影響を受けにくい堤防側に定着しており、今後成木に生長する可能性がある。定着個体のサイズや発根の仕方、生活史、発芽特性などから判断して、ツルヨシやヤナギについては漂着株により、オオブタクサやシナダレスズメガヤ、セイバンモロコシなどは種子に由来する定着であると考えられる。

12月に実施した地形測量では、林縁沿いと用水路沿いに大小2本以上の流路が形成され、流水により整備直後の地盤高より掘削されていた。植物の定着はみられないことから、新たな流路では、頻度の高い地表面の攪乱が発生していると考えられる。流路以外の場所では、土砂が堆積し流路との高低差が60cm程度となっており、一部流水の影響を受けにくい微高地が形成され、植物の定着が多く確認された。植物相調査および地形測量の結果から、整備後6ヶ月の経過として、造成により一年生草本が優占する状態は保たれてはいるが、整備後の放置により、切り下げた高水敷内に新たな流路と土砂の堆積による微高地が形成された。微高地では、多年生草本やヤナギなどの木本の定着がみられた。洪水時などの最大の攪乱の大きさに依存するが、今後の遷移として一部では、ヤナギ林の成立やさらには隣接する高水敷に分布するエノキ林も成立する可能性が示唆される。

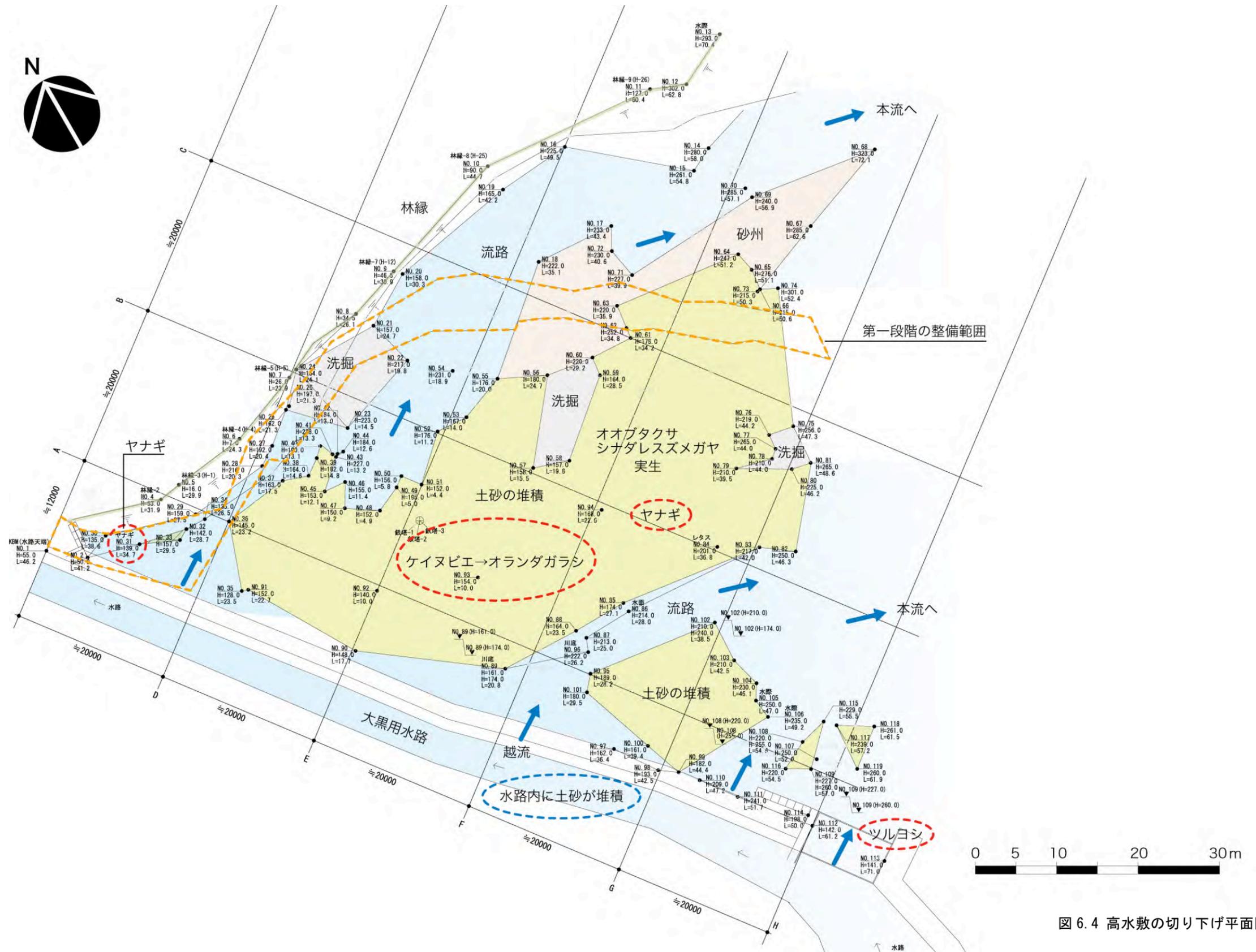


図 6.4 高水敷の切り下げ平面図

表 6.1 植生調査票 (大黒用水路)

植生調査票						[調査地点番号]	C地区河川敷
[調査地] 大阪府富田林市広瀬							
[群落名]							
[地 形]		[風 当]		[方 位]			
[土 壤]		[日 当]		[傾 斜]			
[標 高]	m	[土 湿]		[面 積]	×	m ²	
				[出現種数]		種	
[階層構造]	優占種	高さ(m)	植被率(%)	[備 考]			
T1 高木層							
T2 亜高木層							
S1 低木第1層							
S2 低木第2層				[調査日]	2011/9/12		
H 草本層				[調査者]	丸井 千葉 渡邊		
階層	種名	被度	群度	階層	種名	被度	群度
	イヌビエ				スズメノトウガラシ		
	アゼガヤ				タマガヤツリ		
	オオイヌタデ				アメリカセンダングサ		
	コゴメガヤツリ				ヒメミソハギ		
	オオクサキビ				メリケンガヤツリ		
	オヒシバ				ヒナガヤツリ		
	ケイヌビエ				カヤツリグサ		
	チョウジタデ				アメリカタカサブロウ		
	ホソミキングヤツリ				オオカワジサ		
	スベリヒユ				オランダガラシ		
	チクゴスズメノヒエ				イヌタデ		
	メヒシバ				セリ		
	ケイトウ				シャクチリソバ		
	アゼナ				ホソアオゲイトウ		
	クルマバザクロソウ				コニシキソウ		
	ヨモギ				イヌガラシ		
	オオオナモミ						
	セイヨウカラシナ						
	セイバンモロコシ						
	シロザ						
	スズメガヤ						
	ケアリタソウ						
	センダン						
	アキノエノコログサ						
	シナダレスズメガヤ						
	マメアサガオ						
	クコ						
	アキメヒシバ						
	ヒレタゴボウ						
	ホナガイヌビユ						
	アメリカアゼナ						

植生調査票						[調査地点番号]	C地区林縁flora
[調査地] 大阪府富田林市広瀬							
[群落名]							
[地 形]		[風 当]		[方 位]			
[土 壤]		[日 当]		[傾 斜]			
[標 高]	m	[土 湿]		[面 積]	×	m ²	
				[出現種数]		種	
[階層構造]	優占種	高さ(m)	植被率(%)	[備 考]			
T1 高木層							
T2 亜高木層							
S1 低木第1層							
S2 低木第2層				[調査日]	2011/9/12		
H 草本層				[調査者]	丸井 千葉 渡邊		
階層	種名	被度	群度	階層	種名	被度	群度
	ホソアオゲイトウ				ハゼラン		
	シロザ				エゾノギンギン		
	オオブタクサ				メマツヨイグサ		
	ケイヌビエ				セイヨウカラシナ		
	イヌビエ				ジュズダマ		
	コツブキンエノコロ				イヌタデ		
	アゼガヤ				ヒメジョオン		
	メヒシバ				カラムシ		
	アキノエノコログサ				トウグワ		
	メリケンガヤツリ				ヘビイチゴ		
	アメリカタカサブロウ				ヒナタイノコズチ		
	セイバンモロコシ				コメツツメクサ		
	スベリヒユ				イヌガラシ		
	ヒメミカンソウ				シナダレスズメガヤ		
	マメアサガオ				アキメヒシバ		
	オオニシキソウ				ノハカタカラクサ		
	カナムグラ				クサノオウ		
	ヨウシュヤマゴボウ				アメリカセンダングサ		
	センダン				ヤブカラシ		
	オヒシバ						
	オオイヌタデ						
	コゴメガヤツリ						
	ホナガイヌビユ						
	ヨモギ						
	チョウジタデ						
	ツユクサ						
	カヤツリグサ						
	クルマバザクロソウ						
	オッタチカタバミ						
	ケアリタソウ						
	ザクロソウ						

6.4 「植物体への操作」実験・調査の方法と結果

「植物体への操作」として、自然ゾーンのほぼ全域で生育が確認されているクズを対象に、左岸上流部 D 地区の実験区(6,291 m²)において、②耕耘、③造成(盛土、浚渫土まきだし)および⑦刈り取りがクズの生育に与える影響について実験、調査をおこなった。同時にそれらの植生管理が現存するオギ群集およびセイタカヨシ群落の維持に与える効果を把握するため、植物社会学的植生調査を実施した。

6.4.1 実験区の初期設定

2011年2月下旬～3月上旬にかけて、実験区の現存植生をもとに実験区内を4区分し、初期設定として「立地の攪乱」を含む、それぞれ異なる施工をおこなった(図6.6)。

i) 地際刈り取り区

クズ、オオマツヨイグサ、ヨモギ、シナダレスズメガヤなどの草本類を自走式草刈機(ハンマーカッター)で地際から刈り取りをおこなった地区である。これは「植物体への操作」の⑦刈り取りによる植生管理として位置づけられる。なお、刈り取った地上部は場外に持ち出して処分した(以下、場外処理)。

ii) 耕耘・抜根区

「立地の攪乱」として、10cm～20cm厚(根や礫などの地中の状況により変動)で耕耘を実施した地区である。耕耘により発生した根茎などは場外処理とした。

iii) 浚渫土まきだし区

ii)と同様の耕耘処理後、実験区に隣接する農業用取水路の浚渫土を0cm～30cm厚でまきだした地区である。これは「立地の攪乱」の③造成(盛土、浚渫土まきだし)による植生管理として位置づけられる。浚渫土については、水利組合の水路維持管理作業にて発生したものである。数年単位の浚渫土が隣接する実験区内に築山状に放置されており、その頂点から30cm程度を傾斜状に敷均すようにまきだした(図6.6参照)。

iv) 未処理区

現存するオギ群集およびセイタカヨシ群落については、施工せずに未処理地区とした。

6.4.2 初期設定後の植生管理

初期設定として施工した後の2011年7月上旬にi)地際刈り取り区の一部区間について、2回目の地際刈り取りを実施した(図6.6 図中のi a区)。さらに8月上旬に現存するオギ群集等の周囲から群落内へ1m幅で刈り取りを実施した(図6.6 図中のiv a区)。これは、クズが現存するオギ群集やセイタカヨシ群落に覆いかぶさったため、クズを除去して現存の群落を維持する目的で実施された。なお、ii)耕耘・抜根区およびiii)浚渫土まきだし区については、初期設定の施工後、放置した状態である。

6.4.3 植生管理後の現状把握

耕耘や刈り取りなどの植生管理がクズや現存するオギ群集・セイタカヨシ群落に与えた影響を把握するために、2011年9月に専門家による植物社会学的植生調査を管理区分ごとに実施した(表6.2)。植生調査の結果、地際刈り取り区ではクズ群落、刈り取りを2回実施したi a区においても、クズ群落あるいは多年生草本のセイバンモロコシ群落が確認された。地際刈り取りによりクズの生育適地が形成されたこと、またセイバンモロコシ群落については、地下茎や種子で繁殖するため、施工前から実験区内に生育していたことや実験区以外の自然ゾーン内にセイバンモロコシ群落があることなどが影響していると考えられる。耕耘・抜根区においてもセイバンモロコシ群落が確認されたが、草丈が刈り取りを2回実施した地区の約2倍の高さであった。これは、植生管理後に放置したことが影響していると考えられる。

表 6.2 D 地区実験区 組成表

調査区番号	5	3	2	6	8	9	7	10	11	4	1
調査区名称	iii) 浚渫土撒き出し区-2	ii) 耕耘・抜根区	i a) 2回刈り取り区-2	iii) 浚渫土撒き出し区-1	iv) 未処理区-2	iv) 未処理区-3	iv) 未処理区-1	iv) 未処理区-4	D地区D-5クズ調査区	i) 地際刈り取り区	i a) 2回刈り取り区-1
傾斜方位:(°)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
傾斜角度:(°)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
標高:(m)	40	40	40	40	39	41	40	40	40	41	41
調査面積:(m×m)	1	3	1.5	1	4	3	3	4	1	1.5	1.5
草本1層の高さ:(m)	0.7	2.3	1.2	0.8	2.5	2.7	2.5	2.8	0.5	1.2	0.4
草本1層の植被率:(%)	90	80	75	80	95	95	100	100	95	80	95
草本2層の高さ:(m)		1.2			1.2	1	0.5	0.3			
草本2層の植被率:(%)		30			5	1	0.1	1			
出現種数	4	11	8	8	9	3	5	7	6	15	7
10	メヒシバ-エノコログサ群落の区分種										
20	2623	メヒシバ	5	+					+	+	
30	2599	エノコログサ	+								+
40	セイバンモロコシ群落の区分種										
50	2717	セイバンモロコシ	5	4	+				+		
60	5098	クルマバザクロソウ	+	+							
70	シナダレスズメガヤ群落の区分種										
80	2508	シナダレスズメガヤ			4						
90	オギ群集の区分種										
100	2682	オギ				5	5				
110	セイトカヨシ群落の区分種										
120	2475	セイトカヨシ						3	3		
130	クズ群落の区分種										
140	6890	クズ	1	2	2	3	+	+	5	3	5 4 4
150	4984	シロザ			1						+
151	ヨモギ群網の種群										
152	10677	ヨモギ			+	1			+		+
153	4961	イタドリ					+		+		+
160	その他の種群										
170	6813	ヤハズエンドウ		+			+		+		+
180	10336	セイトカアワダチソウ					+	+	+	+	+
200	8952	ホシアサガオ	+								+
210	2304	カモジグサ属		+				+			
220	2603	アキノエノコログサ		+							2
230	9392	ホオズキ属		+							+
240	7087	オッタチカタバミ			+	+					
250	6770	メドハギ				1	+		+		
270	4860	スイバ							+		+
280	出現回数1回のみ										
	2 コゴメガヤツリ(+) ザクロソウ(+)										
	3 アキメヒシバ(+) カタバミ属(+) クワガタソウ属(+)										
	4 ヒナタイノコズチ(2) アメリカネナシカズラ(2) ホソアオゲイトウ(+) スベリヒユ(+) エノキグサ(+)										
	6 シマスズメノヒエ(+) オオバナコマツヨイグサ(+)										
	8 ハマスゲ(+) スゲ属(+) ナワシロイチゴ(+)										
	11 セイヨウカラシナ(+) アメリカアサガオ(+)										

セイタカアワダチソウを対象とした既往研究では、年 3 回以上の刈り取りで外来種の草丈や被度が減少する効果があるとされている^{6.1)}。本実験区では2回の刈り取りあるいは耕耘後放置した区間では多年生草本の草丈に若干の差異が生じたが、クズの生育を抑制するまでには至らなかった。浚渫土まきだしをおこなった管理区では、シナダレスズメガヤ群落と夏型一年生草本で構成されるメヒシバ-エノコログサ群落が確認された。河床掘削工事における表土埋戻しの事例では、適切な表土を利用しなければ帰化植物群落の繁茂を招く場合があるとしており^{6.2)}、本管理区においても同様の考慮が必要となる。一方で、シナダレスズメガヤ群落は、種子由来の生育をするが、永続的土壌シードバンクを形成する可能性は低く^{6.3)}、そのため数年単位で放置されていた浚渫土を利用した本管理区においては、浚渫土中の種子から発芽した可能性は低いと考えられる。シナダレスズメガヤの性質を考慮すると、施工前より生育していたシナダレスズメガヤ上に浚渫土がまきだされたもの、かえって生育適地となり群落に発達したと考えられる。メヒシバやエノコログサについても浚渫土周辺は生育適地であり、施工前より生育していた可能性がある。また他の群落にもわずかに含まれていることから、浚渫土まきだしによって多年生草本が減少したことで、種子から再生したと考えられる。

未処理区では、オギ群集およびセイタカヨシ群落が維持されていたが、同時にクズの生育も確認された。このことから、現存するオギ群集やセイタカヨシ群落の維持を目的に、8月に実施された現存群落の周囲から群落内へ1m幅を刈り取った管理は、クズの侵入を抑制する効果はなく、かえって侵入を助長する結果となったと考えられる。

以上の結果から、刈り取りや耕耘により裸地化された場所では、光環境が改善されるためクズの生育適地となり繁茂したと考えられ、これらの植生管理では、クズの生育を抑制する効果は低いと考えられる。

6.4.4 クズの除去実験

以上の植生調査の結果から、刈り取りや耕耘による植生管理ではクズを除去することは難しく、より効果的な植生管理方法について検討する必要がある。そのため、根拠となるデータの収集を目的として、2011年10月と11月にクズの根茎の切断実験をおこなった。その後のクズの再生状況をモニタリングし、次年度以降の植生管理に反映させる計画である。

(1) クズの特性^{6.4)6.5)6.6)}

クズは多年生のツル植物であるが、繁殖には落下した種子からの発芽による有性繁殖と茎の分離独立により個体の増殖がおこなわれる無性繁殖がある。種子はマメ科の硬実性からそのままでは発芽しにくいとされている。地上部の茎は、その年に伸長した当年生茎と越冬した多年生茎があり、多年生茎の節からは当年生茎が発生・伸長する。根は、地中深く発根している主根と茎の節から発根している節根がある。主根からツル性の茎を伸ばし、地表面で展葉して光合成をおこない、9月下旬頃から主根に栄養分となるデンプンを蓄え、越冬する。節発根した茎の節間が切断されると、発根節が経年ごとに肥大し独立した株を形成する。これらを繰り返し、無性繁殖を続けていくとされている。このため、多年生茎の刈り取りを無計画におこなうと、かえって若返り、伸長を助長する逆効果となる場合がある。また、発芽瘤(クズ株の株頭部分)下を切断して放置した場合でも、切断後3カ月しても衰弱せず、そのうちの30%以上は切断部にカルス(分化していない状態の植物細胞の塊)ができ緑色化し、一部にランナー(ほふく性茎)が再生した報告もある。

(2) クズ根茎の切断実験

クズの特性を踏まえ、刈り取り、耕耘などの植生管理がクズの生育に及ぼした影響を把握するため、またクズのランナーを枯らすことと根からの萌芽を阻止することを目的とし

た植生管理方法を検討するための資料となるよう、クズの根茎の切断実験をおこなった。なお本実験では、刈り取りなどにより切断された茎から新芽が出たものを根無茎、主根からツル性の茎を伸ばし、節から発根しているものをランナーとする。

実験方法：相観としてクズが優占している範囲に1m×1mの調査枠を、刈り取り区に3箇所、耕耘・抜根区に1箇所設定した。切断実験後の経過をみるため、調査枠内の草刈りをおこなひ、クズだけを残した後に全ての節にラベルを付け、現況のクズの分布状況をマッピングした。節数および茎直径、根茎の切断をおこなう場合は根の直径を計測した。いずれの調査枠でも根無茎は全て切断し、節間は中央で切断した(表6.3、図6.7)。

刈り取り区では、根茎の切断位置を地際から0cm、5cm、15cmと異なる深さにした実験区を3箇所設けた。さらに根の切断はおこなわない対照区を設定した。また、耕耘管理の影響をみるため、耕耘・抜根区に根茎の切断位置が地際から0cmの実験区を設定した(図6.6参照)。

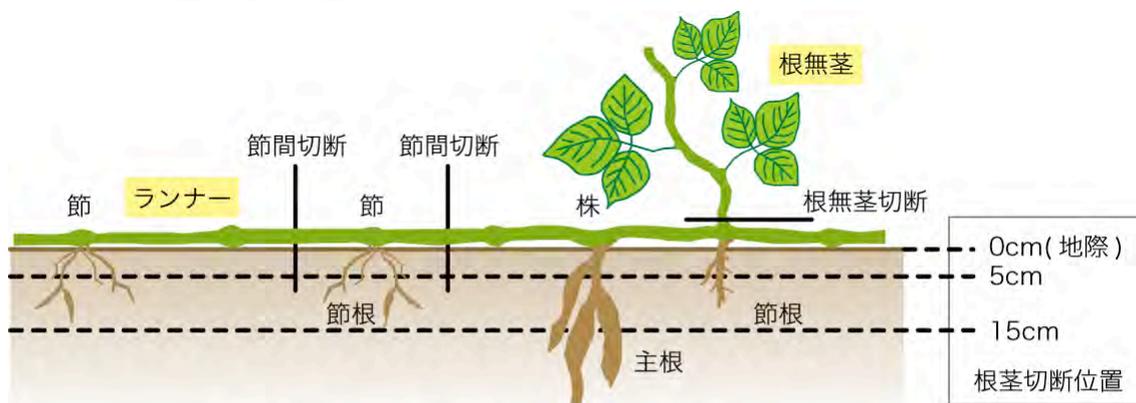
(3) 実験の経過

実験の経過詳細については、表 6.4 および図 6.8 に記述した通りである。刈り取り区内の調査枠 No.1 と耕耘・抜根区の調査枠 No.4 を比較した結果、刈り取り区では、根無茎およびランナーがほぼ同じ割合で混在するのに対し、耕耘・抜根区ではランナーの割合が 80% を占めていた。また、刈り取り区に比べ、根無茎の割合が低かった(図 6.9)。

表6.3 切断場合分け

調査輪No.	植生管理区分	多年生茎の節間	根無茎(当年生茎)	ランナー(多年生茎)	切断位置	想定・効果
1	刈り取り区	中央で切断 (耕耘同等)	全て切断 (草刈り同等)	根を全て切断 (多年生茎を枯らす)	5cm	耕耘同等 多年生茎根絶 萌芽阻止
2					0cm	
3					15cm	
4					0cm	
5	刈り取り区	切断しない (草刈り同等)		根を切断しない (草刈り同等)	切断しない	草刈り同等

図6.7 クズ根茎の切断位置



根茎切断位置より下方の地中に埋まっている根茎については、そのまま放置し埋め戻す

参考：五十嵐ら (2008)^{6.6)}「図 2.1 葛の形態模式図」

表6.4 クズ調査票

調査地：石川河川公園自然ゾーンD地区（富田林市喜志町1丁目）
 調査日：2011年10月29日
 GPS：311(1)
 節間切断：有
 多年生茎根切り：有
 調査者：丸井 渡邊 千葉
 Photo No.1844(1)
 備考：

幹番号	切断位置 (mm)	節No.	莖数 (本)	根数 (本)	莖No.	莖の種類	サイズ (mm)	備考	根No.	サイズ (mm)	備考		
1	50	1	5	25	1-1	Rless	3.9		1-1	1.9			
					1-2	R	3.9	1-2	1.6				
					1-3	R	3.6	1-3	1.4				
					1-4	R	9.9	1-4	2.2				
					1-5	R	9.2	1-5	4.8	先端イモ風			
							1-6	2.8					
							1-7	2.8					
							1-8	2.4	先端イモ風				
							1-8	0.8	先端イモ風				
							1-9	1.8	先端イモ風				
							1-10	1.8					
							1-11	2.4	先端イモ風				
						1-12	2.1						
				2	3	19	2-1	Rless	7.1		2-1	2.4	イモ風
			2-2				Rless	7.8	2-2	2.8	イモ風		
			2-3				R	18.2	2-3	6.5	イモ風		
							2-4	5.2	イモ風				
							2-5	6.3	イモ風				
							2-6	3.9	イモ風				
							2-7	9.0	イモ風				
							2-8	8.2	イモ風				
							2-9	8.3	イモ風				
							2-10	9.4	イモ風				
							2-11	4.1	イモ風				
							2-12	2.7	イモ風				
							2-13	2.1					
							2-14	2.5					
							2-15	2.8					
						2-16	2.6	イモ風					
						2-17	11.1	枝風					
						2-18	17.4	ランナー					
						2-19	17.1	ランナー					
				3	2	9	3-1	Rless	4.6		3-1	3.1	計9本、ヒゲ根・計測不能
							3-2	Rless	2.8	3-2	1.5		
				4	3	5	4-1	Rless	4.4		4-1	7.6	イモ風
							4-2	R	11.2	4-2	5.4	イモ風	
								R	10.8	4-3	4.1		
									4-4	3.6			
						4-5	2.7						
				5	3	20	5-1	Rless	3.1		5-1	2.6	イモ風,計20本,ヒゲ根
							5-2	Rless	1.8	5-2	2.1	イモ風	
								R	5.0	5-3	2.9		
									5-4	3.0	イモ風		
									5-5	1.3			
									5-6	1.5			
									5-7	2.0			
						5-8	3.3	イモ風					
						5-9	2.1						
						5-10	1.2						
						5-11	2.1	イモ風					
						5-12	1.8						

注) 紙面の都合上、調査枠1のみ掲載

調査地：石川河川公園自然ゾーンD地区（富田林市喜志町1丁目）
 調査日：2011年10月29日
 GPS：311(1)
 節間切断：有
 多年生茎根切り：有
 調査者：丸井 渡邊 千葉
 Photo No.1844(1)
 備考：

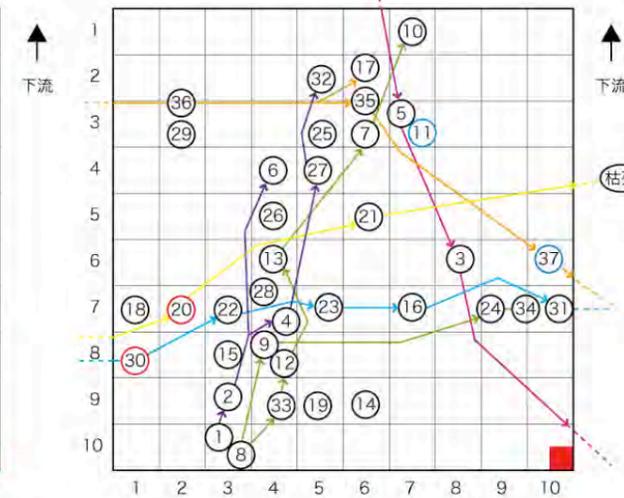
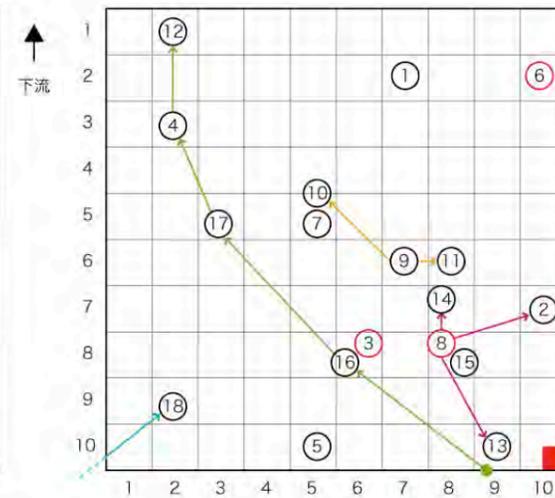
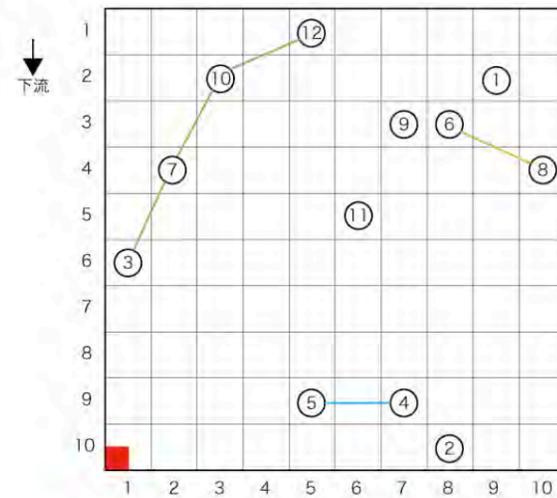
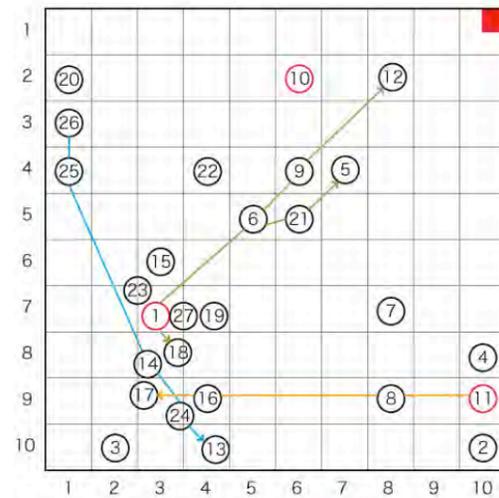
幹番号	切断位置 (mm)	節No.	莖数 (本)	根数 (本)	莖No.	莖の種類	サイズ (mm)	備考	根No.	サイズ (mm)	備考		
1	50	6	3	13	6-1	Rless	2.7	葉なし	6-1	1.9			
					6-2	Rless	3.2	6-2	2.8				
					6-3	Rless	4.4	6-3	2.7	イモ風,計13本,ヒゲ根			
							6-4	2.1	イモ風				
							6-5	2.0	イモ風				
							6-7	2.0					
							6-8	3.9					
							6-9	1.6					
							6-10	2.2					
							6-11	3.1					
					7	4	12	7-1	Rless	3.5		—	—
			Rless	2.2									
			R	9.0									
						9.7							
				8	3	24	8-1	Rless	2.5		—	—	計24本,ヒゲ根,計測不能
							8-2	R	13.7				
							8-3	R	15.0				
				9	5	20	9-1	Rless	3.6		9-1	2.6	イモ風,計20本
							9-2	Rless	3.4	9-2	1.6		
							9-3	Rless	1.8	9-3	3.4	イモ風	
							9-4	R	9.6	9-4	1.3		
							9-5	R	9.8	9-5	2.6	イモ風	
						9-6	2.0						
						9-7	1.3	イモ風					
				10	5	45	10-1	Rless	1.8		10-1	4.5	イモ風
							10-2	Rless	3.5	10-2	7.1	イモ風	
							10-3	Rless	3.6	10-3	5.8	イモ風	
							10-4	Rless	3.8	10-4	3.6		
							10-5	Rless	3.5	10-5	5.3	イモ風	
						10-6	2.7						
						10-7	2.0						
						10-8	1.7						
				11	—	—	—	(2)と同じ		—			
				12	3	14	12-1	Rless	4.4		12-1	1.7	
							12-2	Rless	3.6	12-2	2.7		
							12-3	R	9.8	12-3	1.7		
									12-4	2.0			
						12-5	1.8						
						12-6	3.1						
						12-7	1.4						
						12-8	2.1						
						12-9	2.1						
						12-10	2.2						
						12-11	2.9						
						12-13	3.5						
						12-14	2.0						
						12-15	4.5	イモ風					
				13	4	5	13-1	R	3.3	葉なし	13-1	2.2	
							13-2	R	3.7	13-2	2.3		
							13-3	R	2.9	13-3	2.5		
							13-4	R	3.3	13-4	1.4		
						13-5	1.6						
				14	—	—	—	(13)と同じ		—			

調査枠 No.1
 調査日：2011年10月29日 GPS：311
 調査地：石川自然ゾーンD地区実験区 Photo No. 1844
 調査者：丸井、渡邊、千葉

調査枠 No.2
 調査日：2011年10月29日 GPS：312
 調査地：石川自然ゾーンD地区実験区 Photo No. 1849
 調査者：丸井、渡邊、千葉

調査枠 No.3
 調査日：2011年11月16日 GPS：331
 調査地：石川自然ゾーンD地区実験区 Photo No. —
 調査者：丸井、渡邊、新川、千葉

調査枠 No.4
 調査日：2011年11月16日 GPS：332
 調査地：石川自然ゾーンD地区実験区 Photo No. —
 調査者：丸井、渡邊、新川、千葉



○：イモ
 →：ランナー生育

○：イモ
 →：ランナー生育(方向なし)

○：イモ
 →：ランナー生育

○：イモ
 ○：イモ風
 →：ランナー生育

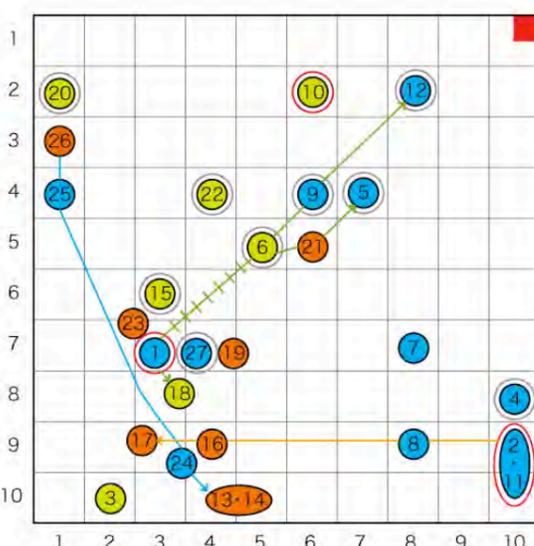
■ 備考
 ①と⑥の間に茎根20本 (Photo No.1848)

■ 備考

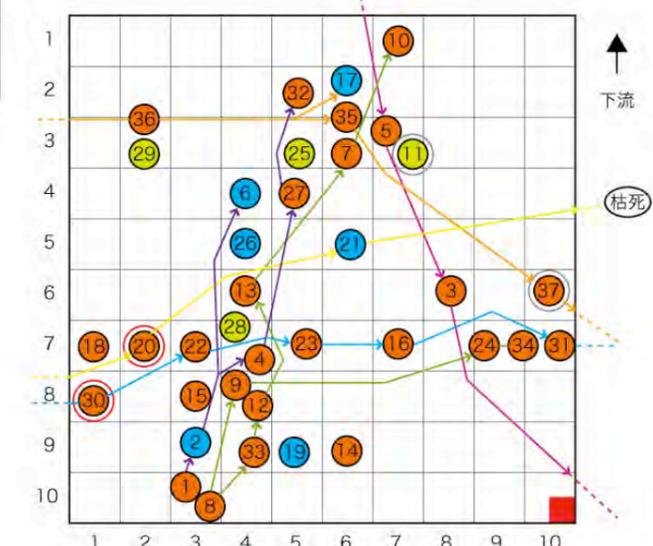
■ 備考

図6.8 クズ調査枠マッピング図

調査枠 No.1 <草刈り地区>
 調査日：2011年10月29日 GPS：311
 調査地：石川自然ゾーンD地区実験区 Photo No. 1844
 調査者：丸井、渡邊、千葉



調査枠 No.4 <耕起地区>
 調査日：2011年11月16日 GPS：332
 調査地：石川自然ゾーンD地区実験区 Photo No. —
 調査者：丸井、渡邊、新川、千葉



● Root Less ● Runner ● Root Less+Runner
 ○ イモ ○ イモ風 → ランナー生育方向

● Root Less ● Runner ● Root Less+Runner
 ○ イモ ○ イモ風 → ランナー生育方向

■ 特記事項 ①と⑥の間に茎根20本 (Photo No.1848) +++++
 ■ 備考
 ・調査枠の40%以上がRoot Less+Runner
 ・Root Less、Runnerともに調査枠の28%を占める

■ 備考
 ・調査枠80%がRunner
 ・Root Lessが最も少ない

図6.9 クズ調査枠 No.1-No.4比較

耕耘・抜根区では、2月～3月にかけて施工された初期設定後に放置したため、裸地化した場所に植生管理の対象とならなかった周辺の個体からランナーが侵入したと考えられる。刈り取り区では、茎の伸長が大きくなる7月～8月に合わせて、7月に刈り取りを実施したことで、周辺からのランナーの侵入が抑制されたと考えられる。一方で、刈り取りにより切断された茎から新芽が出て根無茎として定着したことで、根無茎およびランナーがほぼ同じ割合で混在する結果となったと考えられる。以上のことから、刈り取りや耕耘の植生管理は、根無茎やランナーを減少させる一定の効果はあるものの、実施する時期には十分な配慮が必要となる。本実験では、次年度以降の各調査枠のクズの再生状況から、根茎切断の効果や有効な切断位置を把握し、今後の植生管理計画に反映させる計画である。その際、茎の伸長が大きくなる7月～8月に刈り取りを、主根にデンプンを蓄え始める9月下旬頃に本実験で明らかとなる効果的な根茎の切断位置で耕耘を実施することで、クズの生育を抑制できると目論んでいる。また、クズの除去をおこなう地区において植生管理をおこなう場合には、周辺からのランナーの侵入も考慮し、周辺のクズの生育地と人為的に隔離する必要があると考えられる。

6.4.5 公園の維持管理と連動した植生管理のあり方

自然ゾーンにおいても、公園の維持管理の対象として園路沿いなどで刈り取り管理がおこなわれている。左岸のサイクリングロード沿いでは、年4回、右岸では園路や広場、農業用水路などで年1回実施されている。刈り取り管理の頻度が高くなると、高茎草本および多年生草本の生育は抑制され、一年生草本の出現が多くなる傾向がある。これを踏まえ、公園管理と連動した自然回復型の植生管理の計画をおこなった。A地区のオギ群集およびセイタカヨシ群落では、大阪府のレッドデータブックで要注目種として掲載されているカヤネズミの営巣が確認されている。カヤネズミは、オヒシバやエノコログサなどの一年生草本や昆虫類を餌とするが、A地区では多年生草本群落への遷移がみられ、一年生草本群落は減少傾向にある。一方で、園路沿いや農業用水路周辺では、園路および通水維持のため、年1回9月～10月に刈り取り管理が実施されており、一年生草本の生育が確認されている。カヤネズミの営巣を考慮し、餌となる一年生草本の増加を目指すのであれば、年2回の刈り取りが望ましく、梅雨明け後の7月と11月頃に実施する必要がある。その場合、管理面積を減らし頻度を増やすことで通常の公園管理費の範囲で実施が可能である。これまでと同様に年1回の刈り取り管理をおこなう場合でも、カヤネズミが営巣するオギ群集やセイタカヨシ群落に近い園路沿いのみ管理面積を拡大することで対応が可能である。

D地区の農業用水路沿いには、セイタカヨシ群落が成立しており、野鳥が確認されている。この水路はサイクリングロードに隣接していることもあり、年4回の刈り取り管理が実施されている。セイタカヨシ群落についても年1回の刈り取りがおこなわれているが、現状ではセイタカヨシ群落に隣接して生育する竹の侵入が懸念されている。セイタカヨシは刈らずに放置すると前年の桿が残り、多数の枝が出てきて藪のようになり景観上好ましくなくなるため、セイタカヨシ群落を維持するためには、冬期の適した時期に管理をおこなう必要があると同時に、竹の伐採も検討する必要がある。それぞれの立地や環境を細分化し状態を把握することで、通常の公園維持管理と連動した植生管理を計画することが可能になる。今後は、各立地条件をより詳細に把握すると共に、公園利用と整備、整備後の管理を一体的に捉える計画設計の確立を目指す。

6.5 植生管理メニューの修正点・留意点の整理

6.5.1 「立地の攪乱」

A地区やC地区における水路管理などの人為的な立地pの攪乱でも、乾燥化し多年生草本が定着している高水敷においては、自然回復の初期値として効果があると考えられる。こ

れを踏まえ、農業用水路などの利水整備も予め植生管理として計画設計に組み込むことで、自然回復の一助になりうる。一方で、C地区のように、自然攪乱の頻度調整は容易でないため、放置する立地の選定や上下流に対する治水および植生などに十分配慮する必要がある。本調査において、ヤナギやセンダンなどの木本類を確認したが、木本類が生育できるような場所では、草丈の低いシナダレスズメガヤは優占しにくい環境となり、外来種の繁茂を抑制することができる。一方、一年生草本も生育できる多様性の高い植生を目指すならば、一部に多年生草本やヤナギ林が永続的に成立できるような攪乱の頻度と強度であることが求められる。このように水路管理などにおいては、掘削などの人為的な攪乱のみでなく、水路の用途に応じた管理方法の違いで自然攪乱を起因とした植生管理が可能となりうる。その際、攪乱の発生頻度や強度の違いに留意し、計画設計に組み込むことが重要となる。

今後は、用水路内に堆積した土砂の浚渫と処分の方法、また洪水などによる立地の攪乱状況をモニタリングし、他地区への展開の可能性を検討していく。

6.5.2 「植物体への操作」

5章（技術報告集で既発表部分）で行った植生管理に関わる既往研究の整理では、耕耘や刈り取りなどの管理頻度を増加させることで、高茎草本や外来種の生育を抑制するという報告が示された。本研究対象地においても、左岸のサイクリングロード沿いの管理においてその傾向がみられた。一方、2011年度に、クズを対象に刈り取りや耕耘による植生管理を実施した結果、根無茎やランナーを減少させるなど一定の効果はあったものの、クズの生育を抑制するまでには至らなかった。高水敷などの刈り取り頻度が少ない場所では、より詳細な植生計画を検討する必要があることが示唆された。高茎草本の生育を抑制するためには年1~2回の刈り取りおよび耕耘管理を実施することで一定の効果を見込めるが、クズなど栄養繁殖を行う植物の繁茂を抑制する場合には、植生管理により生育する環境を人為的に隔離するなどの措置が必要である。年1~2回の刈り取りや耕耘の頻度に加え、①既設の園路・水路を利用してゾーニングするなど空間的隔離処理を行ったり、②他の植生と隔離するために管理区となる周辺部分を事前に刈り取ったうえで、巡視や公園利用による日常的な踏圧を加えてクズのランナーの侵入を防ぐなどの、時間・空間両面から管理手法を検討する必要がある。さらに中長期的な植生遷移を考慮して樹林などへと遷移させることで、緑陰を意図的に創出し、日陰では生育しないクズを管理する計画も考えられる。

予算などの制約がある中小都市河川の自然再生では、河川空間の計画設計から管理に関わる枠組のなかで既往研究の知見を検討するとともに、公園維持管理作業や公園利用の現状をトレースし、それらの関連を時空間スケール上で複合的に捉えることが重要であろう。

※「植物体への操作」については、専門家より適切な表現ではないとの指摘を受けたが、既発表報告等との整合性を考え本報告書では使用した。内容的には刈り取りや踏圧などにより植物の生育を人為的に調整する「植生遷移の誘導」を意図している。

7. 堤外地都市公園の計画設計モデルの作成

7.1 堤外地都市公園整備の考え方と計画設計モデルの意義

本章では、実際の堤外地都市公園整備を例にその計画設計の考え方を整理し、モデル化することを試みた。堤外地都市公園には、都市内で許容しきれなかったさまざまなレクリエーションの要望と河川堤外地独自の自然環境が混在し、それらを維持管理が調整していると考えられる。これら3つを同時に議論できる基盤が存在すれば、計画設計・維持管理を一貫して扱うことが可能となり、市民要望に応え、生物多様性や自然環境保全に配慮した効率的な堤外地利用を考えることができるため、検討の意義があると考えられる。

7.2 対象地の概要と整備方針

対象地は、石川河川公園自然ゾーン B 地区のバッファゾーンである。この場所は、自然ゾーン右岸最上流端部にあたり、自然の保全・再生を意図した自然ゾーンと、スポーツ、レクリエーション利用を中心とする従来型の河川敷利用との境界部分である。両者の土地利用や植生管理の調整を図るため、長さ約 1km に渡る緩衝地帯「バッファゾーン」が設定されている。また本流部分には、雨水排水管の合流や農業用水路堰がある。運営協議会で議論・承認を経て、2011 年度に実施設計が検討されており、計画時点から草刈管理等を反映させる可能性があった。なお、研究年度当初は、大阪府が整備を検討していた C 地区において計画設計を行う予定であったが、公園整備予算等の関係から、事実上計画凍結となったため、対象地を B 地区に変更した。

7.3 対象地における自然・人為的事象の整理

対象地では、多様な人間活動と自然保全をはかる自然ゾーンとの間にさまざまな課題が発生しており、公園利用と管理を一貫して行う必然性と可能性があった。作業においては、事前に準備した時空間スケールに基づき、人間活動の頻度（桜堤における花見と臨時駐車場利用、週末の野球グラウンドの利用、バーベキュー利用と自家用車の乗り入れなど）に基づき整理し、抑制・調整するものと利用可能なものについて、担当者とともに意思を統一した。一方、本流堰堤部分で生じる自然攪乱を維持しつつ、周囲の農業用水路や雨水排水路の維持管理頻度と高水敷、護岸、低水敷の草刈管理などとの整合性をはかった。

7.4 時空間スケールと管理メニューに基づいたランドスケープデザイン

上記の合意に基づいて、公園利用と整備、整備後の管理を一体的に考える公園計画設計案の完成を目指し、図化を行った（図 7-1, 7-2）。また検討案を、行政や地元住民との話し合いの場で議論し、内容のブラッシュアップをはかった。平成 23 年度に B 地区バッファゾーン整備実施計画基本設計が確定し、施工準備中である。本対象地のように、都市公園としての機能を有し、また住宅地などが隣接する河川では、自然回復を目指す上で必要不可欠である、洪水などの自然攪乱は安易に用いることは出来ない。しかし実際には、それをある程度代替する人為的な管理が、日常的に通年で行われている。防災を前提とした上で、自然事象と管理項目を整理し、計画設計意図を地域住民と協議した上でランドスケープをデザインすることは現実的で実現可能な方法と言える。

7.5 整備後の植生管理設計

上記計画設計の中核は植生管理である。従来の計画設計が（ランドスケープであっても）竣工時点の一つの終着点としていたのに対し、本論での提案、事業後の経過に基づき植生管理を「設計」することで「デザイン」は続くのである。本論では最終的なモデルの確立には至らなかったが、その可能性は示せたと考える。

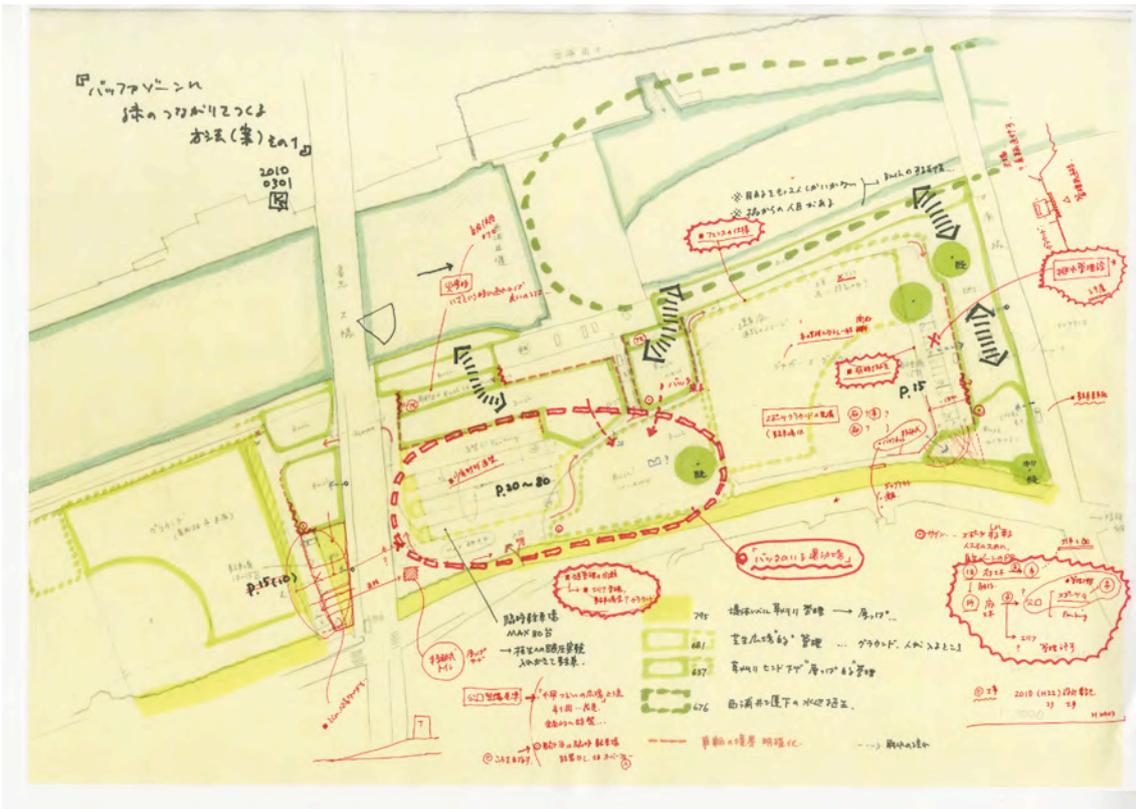


図 7-1 自然ゾーンB地区バッファゾーンにおける計画・設計と管理の検討 20100301

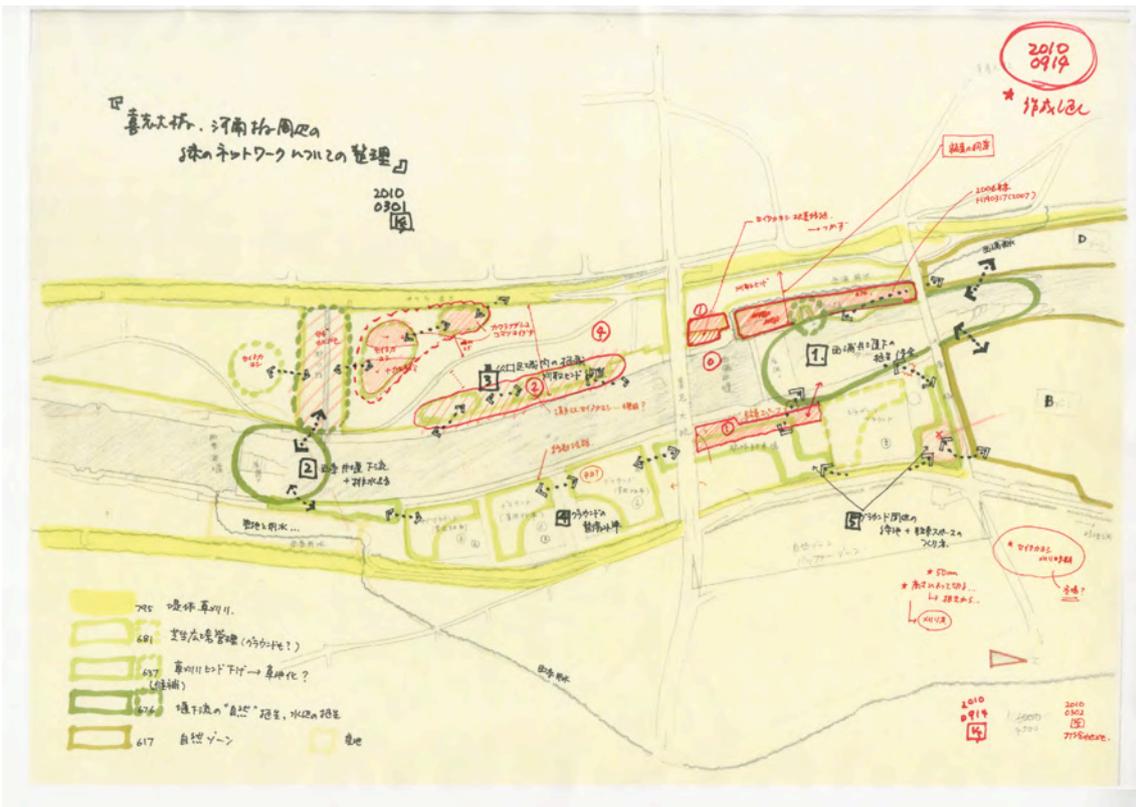


図 7-2 自然ゾーンB地区バッファゾーンにおける計画・設計と管理の検討 20100914

8. 河川空間の設計手法の提案と今後の展開

8.1 時空間スケールを用いた河川空間の設計手法の提案と課題

本調査研究では、洪水などの自然現象と公園利用、管理・保全行為をその頻度と規模に着目し、時空間スケールに布置することで、個々の事象や行為の関係性を明瞭にし、公園利用を管理の「一手法」と考える計画・手法の提案について大阪府営石川河川公園自然ゾーンにおいて検証した。

4章では、自然ゾーンA地区での整備後6年間の経過を検証した結果、対象地を取り巻くさまざまな事象を計画・設計段階において時空間スケールで整理し、関連づけることで、これまで公園整備や管理とは別で、自然再生とも結び付けられることの少なかった人の利用による攪乱等も植生管理と連携させるよう、計画・設計のなかで位置づけることができた。また整備後の管理においても、人為的攪乱を行う時期を判断する一助となることが明らかとなった。また、5年以上の中長期的な攪乱については、自然回復を目指すランドスケープデザインにおいて、計画・設計から植生管理を一貫して視野におさめる方法として可能性をもつことが示唆された。

5章では、河川環境における自然現象や人間活動に関する既往研究の知見を計画設計や植生管理に適用しうる可能性について検証をした。その結果、対象地における調査・試行の必要性を明確にすることができ、人為的攪乱の時期の見極めや自然回復への市民参加のあり方など、計画設計の地域への説明責任を果たすための方法としての有効性が示唆された。

6章では、前章での植生管理計画に基づき、立地への攪乱および植物体への操作について調査実験を行った。その結果、水路管理などの立地の攪乱においても、自然回復の初期値としての効果があり、人為的な整備を植生管理の一部として連動させることが可能であることが示された。また、公園維持管理での除草作業なども目的や方法、頻度を事前に時空間スケール上で検証し、計画設計に反映させることで、自然回復の一手法として成り立つ可能性があることが明らかとなった。

以上の結果、時空間スケールを用いた手法により、河川空間におけるさまざまな事象の関連を整理・比較しすることで、公園利用や治水利水整備などの人為的な攪乱においても、自然回復のプロセスとして一体的に捉えることができる。一方で、確率論的に発生する自然攪乱の頻度を調整することは容易でなく、そのため放置する立地の選定や整備や攪乱を行う上下流に対する治水及び植生管理などには十分注意する必要がある。水路管理などにおいては、掘削などの人為的な攪乱のみでなく、水路の用途による自然攪乱の発生頻度の質の違いに留意し、計画設計に組み込むことが重要となる。さらに、時空間スケールを用いて計画ゾーニングや空間設計を行う際には、場所ごとに各事象を詳細にトレースし、事象の質と頻度のデザインを検討する必要性が示唆された。

厳密な学術的な調査・分析に基づいて、生態学的な自然回復が行われる事業であれば、本報告書のようなデザイン手法としての時空間の検討は必要ないかもしれない。しかし全ての河川でそうした生態学的な調査研究と自然回復事業が可能ではない現状において、計画・設計側から自然回復をデザインするアプローチとして本論のような検討は意義があると筆者らは考えている。

8.2 都市部中小河川への展開の可能性

以上を踏まえ、都市部中小河川への展開の可能性について考察してみたい。河川空間では、洪水など自然攪乱の影響が強く、立地の変動を考慮して生物の生息を考えることが不可欠である。一方で、中・大規模の洪水を安易に攪乱として設定することは難しい。また、生態学的な調査研究に基づいて公園を整備する計画設計論は十分議論されておらず、加えて、動植物の生活史の把握や生育環境の詳細な調査の対象となるのは特徴的な河川に限ら

れている。都市化が進む中小河川では自然回復や生態系を配慮した計画設計を展開することは容易ではないのが現状である。その意味で、治水機能の維持向上を考慮しつつも、洪水などの自然攪乱を計画設計の対象とし、さらに河川計画、利水などの人為的な整備・管理も自然営力と同等に捉え、個々の事象を時間的・空間的な調整をすることで、自然回復のプロセスとして同じ枠組みで計画設計や管理に組み込む「枠組」を検討する本手法の意義は大きいと考える。中小都市河川においては、こうした「枠組」をまず検討したうえで、対象地における“機会”、“資産”を明らかにしながら、適応可能性を継続的に検討、更新、改善することが重要となり、同時に関係部局や地域住民が参加する協議会などの場で、計画設計の意図や管理方針などを共有するためにも本手法は役立つと考えている。

こうした考え方に基づき活動を行ってきた私達自身も、「枠組」が計画設計の視野を拡張、対象地に関わる諸事象を、包括的に捉える可能性を実感しつつある^{8.1)8.2)}。さまざまな攪乱の時間的断面をつなぐプロセス^{8.3)}を考察することが、中小河川の自然再生には現実的な方策ではないだろうか。本調査で検討した手法については、一対象地の事例が一般化されすぎるとの批判もあるが、今後の課題とし、さらに検討を重ねていきたい。

参考文献

2. 方法

- 2.1) 中村太士(2003)：自然再生事業の方向性，土木学会誌，88，pp. 20～24
- 2.2) 中村太士(1989)：野外科学におけるスケール論 -時空間問題の整理-，北海道大学農学部演習林研究報告，46(2)，pp. 287～313

3. 対象地

- 3.1) 1994年：石川河川公園における自然復元計画調査3(その1)報告書
- 3.2) 千葉教代・篠沢健太・宮城俊作(2003)：石川河川公園における住民参加のプロセスとその可能性，ランドスケープ研究，66(5)，pp. 753～758
- 3.3) 篠沢健太(2002)：河川空間におけるランドスケープデザインのあり方，ランドスケープ研究，66(1)，pp. 28～31
- 3.4) 大阪府南部公園事務所・(財)都市緑化技術開発機構(1999)：石川河川公園「自然ゾーン」管理運営計画，pp. 15～17
- 3.5) 大阪府南部公園事務所・(株)ヘッズ(2000)：石川河川公園「自然ゾーン」ワークショップ運営報告書，53pp
- 3.6) 田淵武夫(1995)：自然保護の戦略-いま近畿で何が起きているか-③いつまでも自然豊かな石川に，都市と自然，231号，pp. 4～5

4. 河川堤内地の都市公園整備計画における時空間スケール図

- 4.1) 千葉教代・篠沢健太・宮城俊作(2010)：河川堤外地の都市公園における自然回復型ランドスケープデザインのあり方に関する考察，ランドスケープ研究，73(5)，pp. 707～712
- 4.2) 大阪府南部公園事務所・(財)都市緑化技術開発機構(1999)：石川河川公園「自然ゾーン」管理運営計画，pp. 15～17
- 4.3) 篠沢健太(2002)：河川空間におけるランドスケープデザインのあり方，ランドスケープ研究，66(1)，pp. 28-31
- 4.4) 大阪府南部公園事務所・(株)ヘッズ(2000)：平成12年度石川河川公園「自然ゾーン」ワークショップ運営委託報告書，pp. 35-56
- 4.5) 大阪府南部公園事務所・(株)ヘッズ(2001)：平成13年度石川河川公園「自然ゾーン」ワークショップ運営委託報告書，pp. 1-28
- 4.6) 中村太士(1989)：野外科学におけるスケール論 -時空間問題の整理-，北海道大学農学部演習林研究報告，46(2)，pp. 287-313
- 4.7) 大阪府南部公園事務所・環境設計(株)(2002)：平成14年度石川河川公園自然ゾーン植生管理運営調査委託報告書，29pp
- 4.8) 大阪府南部公園事務所・環境設計(株)(2003)：平成15年度石川河川公園自然ゾーン植生及び植物相調査委託報告書，49pp
- 4.9) 大阪府富田林土木事務所・(株)ヘッズ(2008)：平成20年度石川河川公園自然ゾーン植生及び植物相調査結果報告書，19pp

5. 時空間スケールに基づいた植生管理メニューの作成と検証

- 5.1) 篠沢健太・千葉教代・宮城俊作(2010)：自然回復と植生管理を視野に入れた河川堤外地都市公園の計画設計フレーム：日本造園学会，造園技術報告集6 2011

6. 自然回復型を目指した植生管理手法についての実験と調査

- 6.1) 服部保・赤松弘治・浅見佳世・武田義明(1993)：河川草地群落の生態学的研究Ⅰ. セイ

タカアワダチソウ群落の発達および種類組成におよぼす刈り取りの影響, 人と自然, Vol. 2, pp. 105~118

6. 2) 田村和也・浅見佳世・赤松弘治・中尾昌弘・野村利己・塚西豊志(2002): 河床掘削工事における植生復元手法の提案, ランドスケープ研究, 65(5), pp. 591~594

6. 3) 村中孝司・鷺谷いづみ(2003): 侵略的外来牧草シナダレスズメガヤ分布拡大の予測と実際, 保全生態学研究, Vol. 8, pp. 51~62

6. 4) 安達一明(1967): クズの繁殖法について, 作物学研究集録, (10), pp.26

6. 5) <http://www2u.biglobe.ne.jp/~gln/11/1131b.htm>

6. 6) 五十嵐新治・吉道征樹(2008): 葛(クズ)による河川護岸被害の事例報告, 国土交通省北陸地方整備局平成21年度管内事業研究会 http://www.hrr.mlit.go.jp/library/kenkyukai/H21/0730/30_anzen/13_uetu.pdf

6. 7) 前田和美(1986): クズイモの分岐塊根発生の原因について, 日本作物学会四国支部紀事, (23), pp. 68~69

8. 河川空間の設計手法の提案と今後の展開

8. 1) 篠沢健太(2002): 河川空間におけるランドスケープデザインのあり方, ランドスケープ研究, 66(1), pp. 28~31

8. 2) 千葉教代・篠沢健太・宮城俊作(2010): 河川堤外地の都市公園における自然回復型ランドスケープデザインに関する考察, ランドスケープ研究, 73(5), pp. 707~712

8. 3) 中村太士(1992): 流域レベルにおける森林攪乱の波及 -森林動態論における流域的視点の重要性-, 生物科学, 44(3), pp. 128~140

- 助成事業者紹介

篠沢 健太

現職：工学院大学建築学部まちづくり学科（博士（農学））

主な著書：環境デザインの視野（滯標、平成 15 年）

- 共同研究者

宮城 俊作

現職：奈良女子大学生生活環境学部住環境学科（農学博士）

主な著書：環境デザインの試行（武蔵野大学出版会、平成 19 年）

- 共同研究者

千葉 教代

現職：奈良女子大学大学院人間文化研究科博士後期課程

(2011 年 12 月)