

都市公園における水草豊かな池沼づくりのための基礎調査

A Fundamental Study for Planning, Design and Construction of Aquatic Plants Oriented Ponds in Urban Parks

河野勝*	日置佳之**	田中隆**
Masaru KOUNO	Yoshiyuki HIOKI	Takashi TANAKA
長田光世**	須田真一**	太田望洋***
Mitsuyo OSADA	Shinichi Suda	Bohyou OHTA

Abstract; Nowadays, ponds in urban parks as habitats of plants and animals are strongly required in order to maintain biodiversity. The authors investigated on present and past situation of aquatic plants and structure of ponds in urban parks by questionnaires which sent to management staffs of urban parks. 160 sample data from all parts of Japan. were analyzed for clarifying relationships between aquatic plants and some factors of ponds' structures. Consequently, following relationships became cleared.

- (1) Approximately 30% of ponds are made with waterproof sheets and area of them are limited below mostly 10,000 m². The main reason that ponds' area are limited is difficulty of water supply.
- (2) Most of the substratum of natural or semi-natural ponds are mud or silt in contrast that gravel used in man made (artificial) ponds.
- (3) More than 50% of ponds have only hygrophyte and emerged plants. On the other hands floating plants and benthophyte disappeared in many ponds though they were existed in past. It is considered that floating plants and benthophyte are sensitive for environmental impacts such as eutrophication.
- (4) Four structural factors; area of ponds, waterproof, structure of ponds' shore, and origin of ponds are related each other. Also certain relationship between hygrophyte or emerged plants and area of ponds or structure of ponds' shore are recognized. However, these kinds of relationships are not exist between hygrophyte or emerged plants and waterproof or origin of ponds.

KEYWORDS; urban parks, ponds, aquatic plants

1. はじめに

都市開発や社会資本整備によって身近な自然が減少していることに対応して、全国各地の都市公園に生きものの生育・生息環境の保全・回復やふれあいを目的とした施設整備が進められている。その一環として平成5年(1993)の都市公園法施行令の改正で公園施設として新たに自然生態園、野鳥観察所、体験学習施設等が追加された¹⁾ほか、第6次都市公園等整備五箇年計画においても「都市環境の保全・改善や自然との共生に対応した公園等の整備」が重点項目の1つとしてとりあげられている²⁾。

しかしながら、自然との共生に対応した公園を整備する技術は未だ確立されておらず、現場では試行錯誤

*元建設省土木研究所環境部、現西武造園(株) Seibu Landscape Co.,Ltd.

**建設省土木研究所環境部 Public Works Research Institute, Ministry of Construction

***元建設省土木研究所環境部、現アジア航測(株) Asia Air Survey Co.,Ltd.

的対応に追われているのが現状である。このような技術を開発していくにはその基礎資料として、まず現段階における整備手法を把握し、それを評価することが必要である。

自然との共生に対応した都市公園では樹林、池、草地等が動物の生息地になっている³⁾。このうち池やため池等の止水域（以下「池沼」という）は、多くの種類の動物の生息や休息、採餌の場であるとともに、湿生植物を含む広義の水草（以下「水草」という）の生育場所となる。このため水草が豊かな池沼を創造することが多様な生物が生育・生息できる環境につながると考えられる。ところが水草は、陸上植物に比べ生育適応性が低いため、消滅しやすい種類が多く、保護育成が必要な状況にある。

わが国において池沼を整備する技術は古く、卓越した技術が日本庭園や水田、ため池などに数多く見られる。しかしこれらは修景や生産を主目的とした技術であり、動植物の生育・生息を直接の目的としたものではない。また水草に関して数多くの研究があるが、多くは自然の池沼や農業用のため池を対象に行われてきたものであり、都市公園の池沼の整備手法と水草の生育に着目した研究は少ない。

そこで本研究は自然との共生に対応した公園における池沼の整備手法の把握と水草の生育状況ならびに両者の関係の把握を試みた。

2. 研究の目的

池沼の水草の生育に関係すると思われる環境要因としては、表－1に示した項目が挙げられる。池沼の整備を水草の生育に適したものにするためには、これらの環境要因が水草の生育状況とどのような関連を持っているのかを明らかにすることが必要である。表－1の項目のうち、池沼整備、即ち計画、設計、施工に直接関わるものとしては、「整備タイプ」、「造成工法・池沼の形状」、「底質土壌」がある。これらは水草にとっては生育環境の出発点を決める重要な環境要因として働いているものと考えられる。本研究は水草の生育にとってよい池沼の整備のあり方、即ち池沼の計画、設計、施工のあり方を考える上で基礎的知見を得ることを目的とする。このため、とくに上記の3項目と水草の生育状況の関連性について明らかにすることを主たる目的とする。

表－1 水草の生育に関連すると思われる環境要因

整備タイプ				
新規整備	改造	保存		
池沼の種類				
池	ため池	水田	湿原	干潟
造成工法・池沼の形状				
護岸形状	池沼の形状	防水	面積	
底質土壌				
土性	土厚	腐植		
水環境				
pH	水温	透明度	水位変動	
溶存酸素	栄養塩類	水源	地下水位	水深
COD	BOD	水量	波浪	
地域特性				
気候	地形	植生	市街化の状況	
標高				
管理				
草刈	かい堀（浚渫）			

3. 研究方法

3. 1 アンケート調査

全国の都道府県・市町村が管理する都市公園の中で動植物の生育・生息を目的とした池沼がある公園の管理担当者を対象にアンケート調査を行った。アンケート調査という方法を選った理由は、池沼の整備方法と水草の生育状況について、より多くの情報から全体的な傾向をつかむためである。調査対象としたのは、全国の都道府県（47 団体）、政令指定都市（11 団体）に対し、事前に行った「自然との共生に対応した公園の整備状況の調査」で把握した池沼がある全ての公園である。

アンケートは公園の管理担当者 185 人に平成 9 年 1 月 6 日に送付し、2 月 14 日までの間に回収した。調査項目は以下の通りである。

- ・公園名および公園計画面積

- ・池沼の種類（「池」「ため池」「水田」「湿原」「干潟」「その他」からの選択）
- ・整備タイプ（「新規整備」「改造」「保存」からの選択）
- ・池沼面積（記入式）
- ・概要（水源、水量、水質、水位変動について選択および記入式）
- ・管理（草刈、浚渫、その他について、その内容および回数）
- ・構造（護岸、防水の有無、防水の仕様、底質の土壌の土性、厚さ、腐植について、選択および記入式）
- ・水草（種類、被度、被覆面積が増加・安定・縮小、自生・導入の別、根元の水深、かつて生育していたが消滅した種について選択式）

また、添付資料として公園の全体平面図、各池沼の施設平面図、各池沼の施設断面図、モニタリング結果資料を送付するように求めた。

3. 2 分析方法

水草はその生活型から抽水植物、浮葉植物及び沈水植物の3つに大別される。また広義の水草には湿地に生える湿生植物も含まれる。抽水植物と湿生植物は生活型が同じで、水域に生えるか陸域に生えるかによって区別され、同一の種が生える場所によって湿生植物にも抽水植物にもなる。このため、本研究では水草を、湿生・抽水植物、浮葉植物、沈水植物の3群に分け、各々の植物群の生育状況と環境要因の関連を分析することとした。

「整備タイプ」、「造成工法・池沼の形状」、「底質土壌」は互いに関連を及ぼし合う存在で、独立とは考えられない。このため、これらの相互関係についても分析することとした。ただし、水草の生長に「水環境」に関する項目が大きな影響を及ぼしていると考えられるが、アンケート調査という性格上、同一レベルで分析できないと判断したため、本研究の分析項目から削除した。また、地域特性についても計画、設計、施工上の基礎的知見を得るという目的から分析を省いた。

分析は、クロス集計及び χ^2 独立性の検定により、湿生・抽水植物、浮葉植物、沈水植物の生育状況と「整備タイプ」、「造成工法」、「底質土壌」の関連を導く方法をとった。以下の記述でカッコ内の%表示は χ^2 独立性の検定における有意水準の値を示す。

また、上記の分析の前提として、アンケートで得られたデータにより、都市公園の池沼及び水草生育状況の傾向を明らかにした。

4. 結果および考察

有効回答は123件であった（有効回答率66.5%）。この123件から160カ所の池沼に関する回答が得られた（N=160）。

4. 1 公園および池沼の概要

（1）公園の計画面積

計画面積100,000～500,000㎡の公園が約4割を占めていた。（図-1 平均値474,000㎡、最大値6,705,000㎡、最小値1,000㎡、中央値194,000㎡）

（2）池沼の整備タイプ

それぞれの池沼の整備タイプを「もともとその場所にはなかった池沼を新規に整備」、「もともとある池沼をそのまま保存」、「もともとある池沼を公園整備の際に何らかの工事を行って改造」に分類

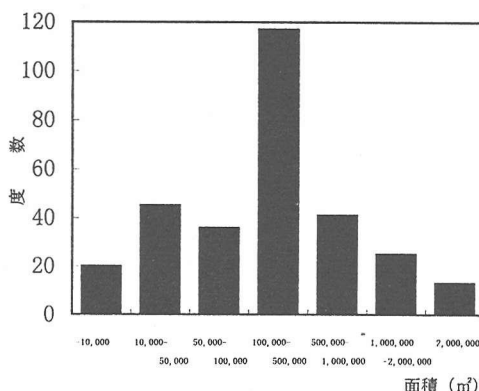


図-1 公園の計画面積

したところ、何らかの工事を行って改造した事例がもっとも多かった（表－2）。またその改造の内容は、護岸改修、防水、水深の確保、水源の確保、木道の設置、堤体、園路整備の順に多かった（複数回答 図－2）。

(3) 池沼の面積

池沼の面積は整備タイプ間に差があり（1%）、新規に整備された池沼（最大値 75,000 m²、平均値 6,289 m²）は保存された池沼（最大値 370,000 m²、平均値 56,300 m²）、改造された池沼（最大値 1,190,000 m²、平均値 34,794 m²）に比べ、規模が小さく、10,000 m²を越えるものは59件中6件であった（図－3）。

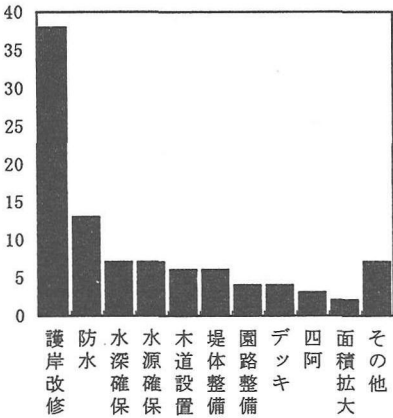
表－2 池沼の整備タイプ

新規整備	改造	保存	計
59	66	35	160

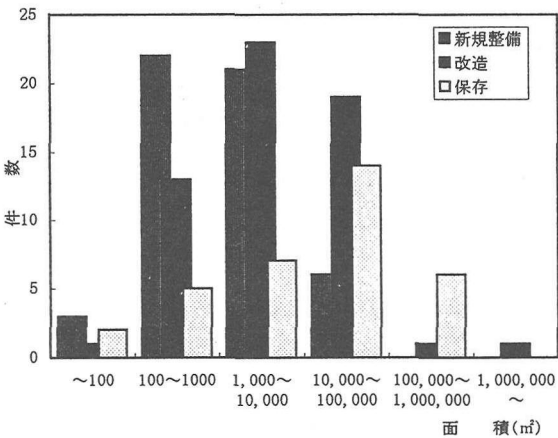
新規整備：もともとその場所にはなかった池沼を新規に整備

保 存：もともとある池沼をそのまま保存

改 造：もともとある池沼を公園整備の際に何らかの工事



図－2 池沼の改造内容



図－3 整備タイプ別池沼面積

4. 2 整備手法

(1) 防水

滞水しない場所に池沼を整備する場合には防水を施す必要がある。今回の調査では3割の池沼で防水工を施しており、その工法はシートによるものが主であった（表－3）。

表－3 防水工の有無と防水仕様

防水なし	防水あり	防水仕様					計
		シート	三和土	シート+コンクリ	コンクリート	その他	
112 (70%)	48 (30%)	26 (54.2%)	6 (12.5%)	6 (12.5%)	4 (8.3%)	6 (12.5%)	160 (100%)

その理由としてはシート防水は施工性が良い、経済的である、複雑な形状に対応できるなどが考えられる。

防水工の有無は成立要因と関連があり（5%）、保存された池沼では、防水したものが全くないが、新規整備でも防水をしていないものが59件中24件（40.7%）あった。これらの池沼は地下水位が高い、あるいは不透水層があるなどの理由により防水が必要なかったためと考えられる。（表－4）また防水の有

表－4 防水工と整備タイプの関係

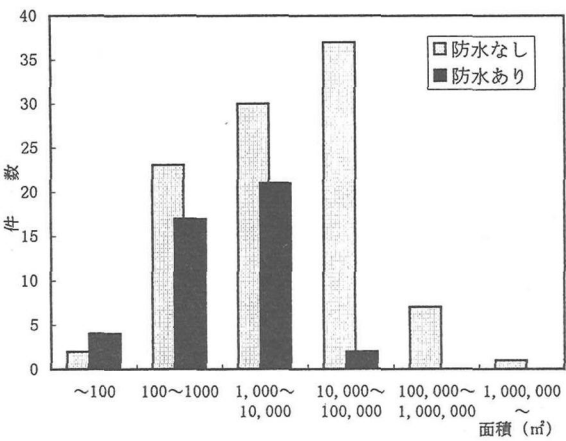
	新規整備	改造	保存	計
防水あり	35	13	0	48
防水なし	24	53	35	112
計	59	66	35	160

無は池沼の面積に関連しており（1%）、防水を施していない池沼に比べ、防水を施している池沼の方が面積が小さかった。防水を施している池沼の面積は最大で 56,600 m²であるが、10,000 m²を越える事例は 2 件であり、10,000 m²未満が主であった（図－4）。

これは、地下水位が高く防水を施す必要のない池沼に比べ、防水を施している池沼の場合には、水の補給などの維持管理に費用や手間が多くなることが主な原因ではないかと考えられる。

（2）護岸の形状

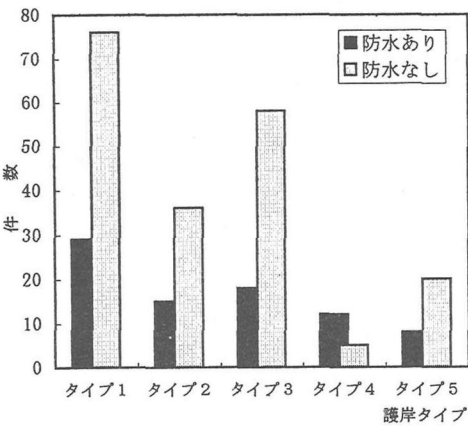
池沼の水際部の構成を表－5 の 5 つのタイプに分類し、護岸の形状と防水工の有無、整備タイプ、面積との関連性をクロス集計により分析した。この結果、護岸の形状と防水の有無の間には関連があり（図－5 1%）、護岸タイプ 4 で防水を施したものの割合が高かった。防水を施すとその端部の処理などにより、護岸形状が制限されていると考えられる。また、護岸の形状と整備タイプの間にも関連性が見られた（図－6 1%）。保存された池では護岸タイプ 1 が多く、護岸タイプ 4、護岸タイプ 5 が少なかった。しかし、面積と護岸の形状の間には関連性が見られなかった。



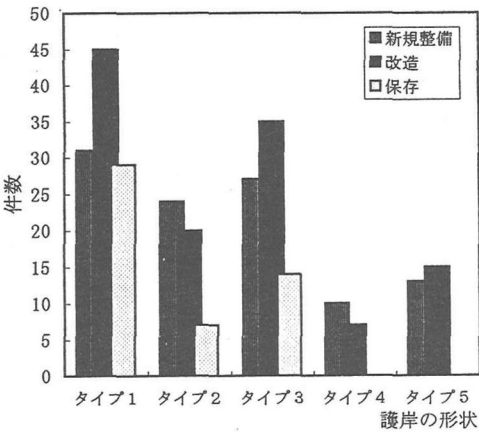
図－4 防水と面積の関係

表－5 護岸の分類とそれぞれの護岸の特長

護岸タイプ	護岸の特長
護岸タイプ1	水際に段差がなく、土もしくは植生に覆われている
護岸タイプ2	水際に段差がなく、州浜、石張、コンクリート等である。
護岸タイプ3	水際に構造物によって段差があり、水底が土壌である。
護岸タイプ4	水際に構造物によって段差があり、水底が土壌でない。
護岸タイプ5	水際に植栽用の基盤を設置している



図－5 護岸の形状と防水の関係



図－6 護岸の形状と整備タイプの関係

（3）底質土壌

表層の底質土壌は壤土、埴壤土、埴土等粒径の細かい土壌が多かった（図－7）。これは、集水域から池沼に流入した土砂が堆積した状態であると考えられる。底質に手をつけていない池沼と防水工を施した池沼では底質の間に差が認められた(5%)。即ち、防水工を施した池沼では底質に手をつけていない池沼に比べ、

砂や礫を敷設している池沼が多く見られた（図－7）。理由として砂や礫は、材料が調達しやすく、扱いやすいこと、埴土等は地域によっては、調達が困難なことなどが考えられるが、このことが動植物の生育・生息に支障にならないか検討が必要である。

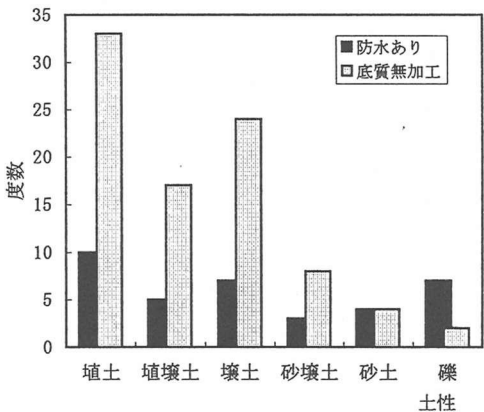
4. 3 水草

都市公園の池沼が多様な動物の生息地となるためには、沈水、浮葉、抽水・湿生の各生活型の水草がバランス良く生育していることが望ましい³⁾。本調査では池沼に生育している水草として 129 種（～類を含む）があげられた。このうち出現数の多いもののほとんどがヨシ、ガマ類をはじめとした抽水または湿生植物であった。浮葉植物ではスイレン、ヒシ、ヒツジグサの順で、沈水植物では、エビモがもっとも多く、つづいてオオカナダモ、ホザキノフサモ、クロモ、コカナダモの順で、スイレンなどの園芸種やオオカナダモ等の帰化植物やヒシ、エビモ等の富栄養化に強い種が多かった（表－6）。

かつて生育していたが何らかの理由によって消滅した種類（以下「消滅種」という）はヒシ類、ハス、スイレン、アサザ、クロモの順に多く、浮葉植物、沈水植物が主であった。（表－7）

表－6 都市公園の水草（出現度数4以上）

(件)					
順位	種 類	度数	順位	種 類	度数
1	ヨシ	81	22	ミクリ	13
2	ガマ類	69	23	アサザ	12
3	セリ	36	24	コナギ	12
4	キショウブ	33	25	サンカクイ	12
5	ショウブ	31	26	ホテイアオイ	12
6	タデ類	28	27	フリフネソウ	11
7	ミソハギ	28	28	ミツガシワ	10
8	コウホネ	23	29	アゼスゲ	8
9	カキツバタ	22	30	イ	7
10	スイレン	22	31	ハナショウブ	7
11	フトイ	22	32	ヒルムシロ	6
12	オモダカ類	21	33	ウキクサ	5
13	セキショウ	21	34	エビモ	5
14	マコモ	21	35	オオカナダモ	5
15	オランダガラシ	19	36	トチカガミ	5
16	カンガレイ	15	37	ホシキリ	5
17	ハンゲショウ	15	38	ミズバショウ	5
18	ヒシ類	15	39	クロモ	4
19	ハス	14	40	コカナダモ	4
20	カサスゲ	13	41	サワギキョウ	4
21	ヒツジグサ	13			



図－7 底質の表層土壌

表－7 消滅した水草（出現度数3以上） (件)

順位	種 類	度数
1	ヒシ類	8
2	ハス	6
3	スイレン	6
4	アサザ	5
5	エビモ	4
6	サンカクイ	4
7	ヨシ	4
8	コウホネ	4
9	エビモ	3
10	ガマ類	3
11	ヒツジグサ	3
12	ヒツジグサ	3
13	ヒルムシロ	3
14	オオカナダモ	3
15	ホテイアオイ	3
16	ミズバショウ	3
17	ミツガシワ	3

抽水・湿生植物

浮葉植物

沈水植物

水草が生育している池沼の箇所数を各生活型別に表すと、抽水・湿生植物や浮葉植物に比べ、沈水植物の生育している池沼が非常に少なく、160 件中 35 件にすぎなかった（図－8）。

また表－8 は抽水・湿生植物、浮葉植物、沈水植物が生育しているかを 8 つのタイプに分け、整備タイプ別に示したものである。この図をみると A、B、G、H タイプの占める割合が、C、D、E、F タイプに比べ非常に高い。特に抽水・湿生植物のみが生育している G タイプが 160 件中 61 件と非常に多かった。桜井⁴⁾によって湖の富栄養化の進行に伴い、水草が沈水植物、浮葉植物、抽水・湿生植物の順に消滅することが報告されているが、本調査でも類似した傾向を示している。また、抽水・湿生植物のみが生育している池沼が多いことは、都市公園の池沼の多くが富栄養化していることと関連するものと考えられる。

また抽水・湿生植物の有無は、面積（5% 図-9）と護岸の形状（1% 図-10）と関連している。主な要因として面積が100 m²未満の池沼に、抽水・湿生植物のない池沼が多いことがあげられる。これは面積が小さいため、踏圧などによる利用圧、水温の上昇、水質の悪化などにより抽水・湿生植物が生育できないためと考えられる。また護岸タイプ2や護岸タイプ4のある池沼で抽水・湿生植物がない池沼が多く、護岸タイプ5のある池沼で抽水・湿生植物がない池沼が少ない。

浮葉植物、沈水植物の生育と整備タイプ、防水、土性、面積、護岸形状との関係についても分析を行ったが関連は見られず、水質など他の要因が生育に関連しているのではないかと考えられる。

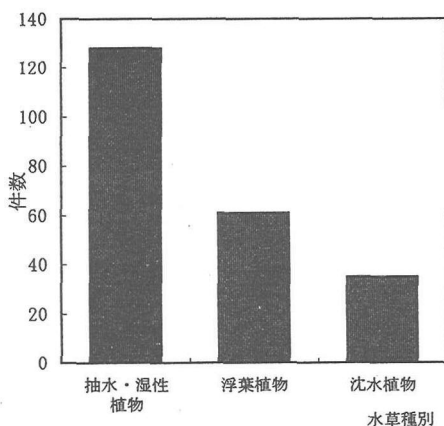


図-8 水草の生育している池沼数

表-8 水草の生育タイプ別度数

タイプ	抽水・湿性	浮葉	沈水	新規整備	改造	保存	件数
A	○	○	○	10		4	22
B	○	○	×	13	16	5	34
C	○	×	○	3	5	3	11
D	×	○	○	0	1	0	1
E	×	×	○	1	0	0	1
F	×	○	×	2	1	1	4
G	○	×	×	18	25	18	61
H	×	×	×	12	10	4	26
計				59	66	35	160

凡例

○：生育している

×：生育していない

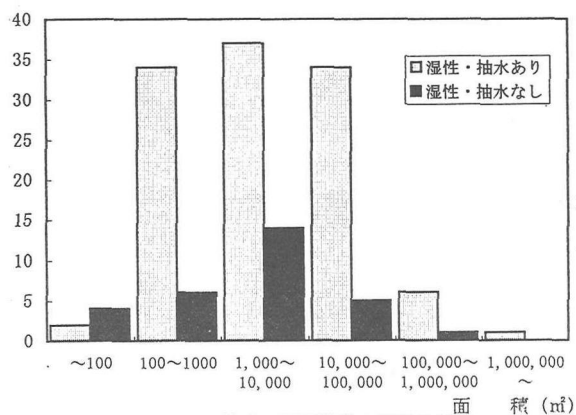


図-9 抽水・湿性植物と面積の関係

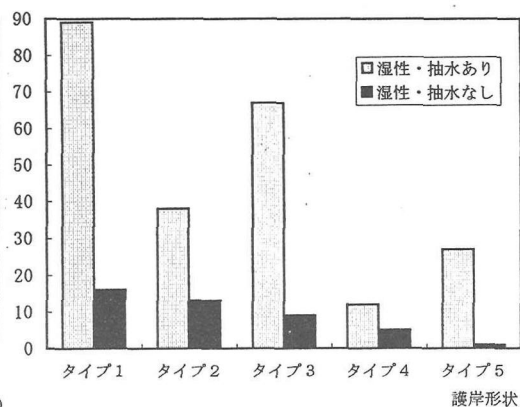


図-10 抽水・湿性植物と護岸形状の関係

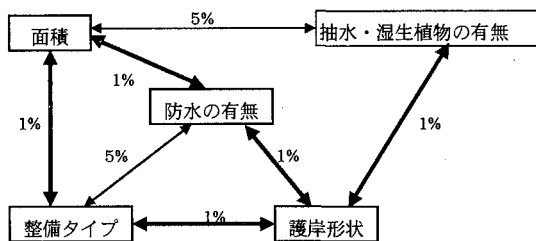
5. まとめ

以上から結果及び考察をまとめると以下のようなになる。

- ・自然との共生に対応した公園は、100,000~500,000 m²の規模を中心に整備が進められている。
- ・新規に整備された池沼は保存された池沼や改造による池沼に比べ面積が小さく、10,000 m²未満が中心である。

- ・ 3 割の池沼で防水を施していたが、工法はシートが中心であり、その規模は 10,000 m²未満が中心である。
- ・ 底質の表層土壌は、底質に手を加えていない池沼では粒径の細かいものが中心であるが、防水を施した池沼では砂や礫等粒径の大きな土壌も使われており、動植物の生育・生息面からの検討が必要である。
- ・ 抽水・湿生植物のみが生育している池沼の割合が高く、消滅した植物は浮葉植物、沈水植物が多い。

水草の生育と池沼の要素、整備手法の関連を模式図に表したものが図－11である。面積、防水、護岸形状、整備タイプの間には、相互に関連がある。水草と池沼の構成要素の関連については、抽水・湿生植物と面積、護岸形状に見られたが、浮葉植物や沈水植物については、直接関連する要因は見られなかった。



図－11 水草と池沼の構成要素の関係

また今回の研究結果からは、抽水・湿生植物は、面積、整備タイプ、防水、護岸の形状と関連が見られたが具体的な因果関係は特定できなかった。浮葉植物、沈水植物についても、直接結びつくような関連が見られなかった。このため、今回の調査結果をもとに現地調査を含めたさらなる調査が必要である。

6. 謝辞

調査にあたり、アンケートに御協力いただいた各地方公共団体の公園担当の方々に厚くお礼申し上げる。

参考文献

- 1) 都市計画法制研究会：都市計画法令要覧（平成7年度版）、p1363～1364、1995
- 2) 建設省都市局公園緑地課：第6次都市公園等整備五箇年計画（パンフレット）
- 3) 杉山恵一・進士五十八編：自然環境復元の技術、p107～110、1992
- 4) 桜井義雄：霞ヶ浦の水生植物のフロラ、植被面積および現存量、国立公害研究所報告、第22号
- 5) 奥田重俊 佐々木寧編：河川環境と水辺植物、ソフトサイエンス社、1996
- 6) 角野康郎：日本水草図鑑、文一総合出版、1994
- 7) 日置佳之他：水生植物保全のためのため池の生態構造図化、環境システム研究、Vol.24、1996
- 8) 浜島繁隆：池沼植物の生態と観察、ニュー・サイエンス社、1979