

下水処理場における生きものの成育とビオトープネットワークの可能性に関する調査研究

盛岡 通*, ○李 承恩**

Tohru Morioka *, ○Lee, Seung Eun **

ABSTRACT: Recently, Conservation, restoration and creation of life habitat and eco-up(ecological standard up) of regional environment have been attempted to counteract the habitat decreation due to urbanization. This study is concerned with the eco-up of sewage treatment plant. we surveyed and gave consideration to the types of green ,waterfront and life habitat in sewage treatment plants.

Life habitat using treatment water in sewage treatment plant was classified into four types using statistical analysis. :1)utility of treatment facility such as final settling tanks, 2)the type of waterfront park for amenity, 3)observation facility such as an aquarium, and 4)biotope specially created for life habitat, for example, dragonfly pond and firefly brook.

And the case study of Nagisa treatment plant where the number of dragonfly species in plant have increased since dragonfly habitat was created in corner of stabilized pond of sewage treatment water, showed the possibility of sewage treatment plant as a core of biotope network in regional environment .

KEY WORDS; 下水処理場、下水処理水、生きものの成育、ビオトープ、ビオトープネットワーク

Sewage treatment plant, Sewage tretment water, Life habitat, Biotope, Biotope network

1. はじめに

最近、人工化によって生物が生息可能な空間が減少している都市環境の中で、人と生きものとの共存を求めるための取り組みが各地で試みられている。これらは残された自然を現状で保全するだけではなく、人工構造物で占められ高密度に利用されている都市空間内でも自然を積極的に復元・修復することを意味する。このように生きものの生息可能性を高めることをエコロジカル・スタンダード・アップ、もしくは、エコアップと言う。その基本方針としては、都市内の身近な空間づくりからすべての都市計画や開発の各段階で生きものの生息についての心配りをする、住宅など都市施設の建設の際、生きものを配慮して設計や管理をおこなうこと、生きものの生息空間を切断せずネットワークするように配置することなどがあげられる。

本研究では、都市の人為的な水資源空間といえる下水処理施設やその処理水を生きものの生息空間づくりに活用して都市環境のエコアップを図ることに注目した。エコアップの際に、地域の資源を有効に活用するべきだという側面から見れば下水処理場は大きな潜在力を持っている。最近の下水処理場では処理汚泥や処理水からエネルギーや資源を回収・利用するほか、一部では場内に高度処理水を活用した池、せせらぎなどの水辺を整備し、ホタル、トンボ、アユなどの生きものを飼育しながら、処理水のきれいさを広報するとともに自然度の向上を図っている。

本研究は、このような下水処理場で行われている自然環境や生きものを育成する取り組みに着目して、まず、現在処理場内で緑や水辺、生きものが組み込まれている実態についてアンケート調査を行い、その類型ごとに処理水の活用方策等に注目しつつ考察した。また、広大な河川空間が生物種の育成と移動を有利としている淀川左岸流域下水道の渚処理場に注目し、下水処理用の安定池にトンボ生息空間を設けた効果について考察している。その結果をもとに、地域のビオトープネットワーク形成における下水処理場の役割について考察している。

本研究の目的は、下水処理場の敷地内の生きものを生息させる 方案を明らかにすることによって、生きものとの共存をはかる上で、処理場の処理水や処理施設、敷地内の緑地や水辺などを積極的に活用する意義と効果についてあきらかにし、加えて、処理場内の資源に創成された生きものの生息空間が都市地域でのビオトープネットワークを形成する拠点としての役割を果たす可能性を示すことである。

研究のすすめ方のフローチャートを図1に示す。

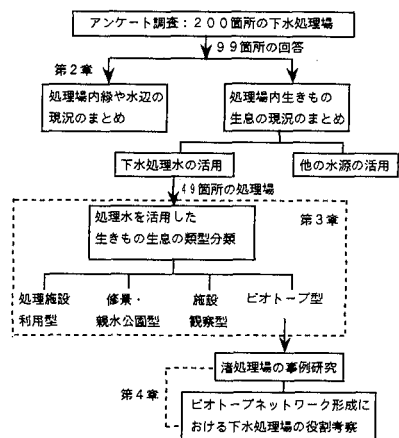


図1 研究の流れ

*大阪大学工学部環境工学科 Prof.of Osaka Univ., Dept.of Env.Eng.

**大阪大学工学部環境工学専攻博士過程 Graduate Student, Dept.of Env.Eng.,Osaka Univ.

2. 下水処理場内の緑や水辺の現況

平成9年3月に200箇所の下水処理場を対象に「下水処理場のエコアップに関するアンケート調査」を実施し、99箇所から有効回答があった。回答によれば下水処理場内に存在する緑や水辺の面積や形態は、図2、3のようである。

下水処理場内で緑の面積は5ha未満が大多数であり、水辺の場合も0.1ha以下が殆どである。水辺、そのものも緑に比べて極めて狭いことがわかる。緑の形態は、樹林、草地性型緑（芝生、草地、農地など）、花木・花壇型緑（生け垣、花壇、塀面緑など）、水辺の緑、空地などである。処理場内には限られた空間のため草地性型緑や花木・花壇型緑が多いことが図3からわかる。また、処理場の敷地面積によって緑の形態が変わる様子を見ると、樹林、草地性型緑、花木・花壇型緑は敷地面積に関係なくある程度存在する一方、水辺緑や空地は敷地が広くなるほど多く取り組まれていることがわかる。

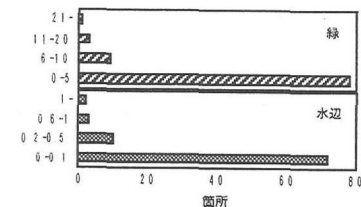


図2 下水処理場内の緑や水辺の面積

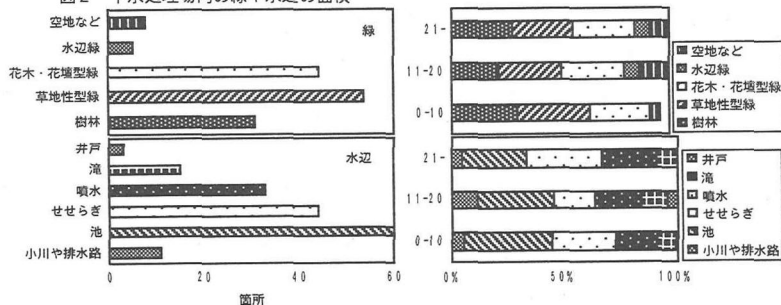


図3 処理場内緑と水辺の形態及び敷地面積べつ存在比率

処理場内に存在する水辺の形態としては、池が一番多く、他にせせらぎ、噴水、滝、小川や排水路、井戸がある。また、敷地面積に応じた水辺形態の変化をみると、どの面積でも池、せせらぎ、噴水が主な水辺であるが、敷地が広くなるほど池に比べてせせらぎと噴水の比率が多くなる。

3. 処理水を活用した生きものの生息のとりくみの類型化

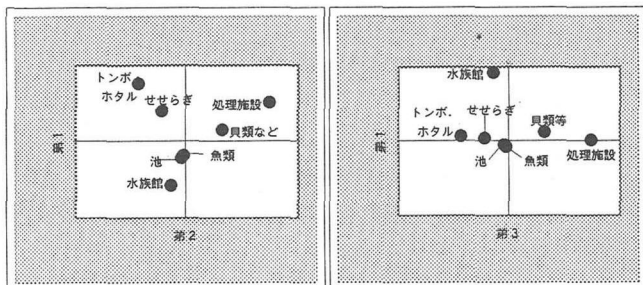


図4 処理場内生きものの生息の類型：カテゴリープロット図

回答があった99箇所の中で処理水を活用して生きものが生息している49箇所の処理場を対象に、処理水を活用した処理場内生きものの生息の状況について類型化を行った。表1は49箇所処理場の特徴をまとめたものである。類型化においては、生きものの種類や生息空間の2アイテムについて魚類、トンボ・ホタル、貝類、池、せせらぎ、処理施設、水族館の7個のカテゴリーに分類し、数量化 類を適用した。

その結果から得たカテゴリー得点を図4に示し

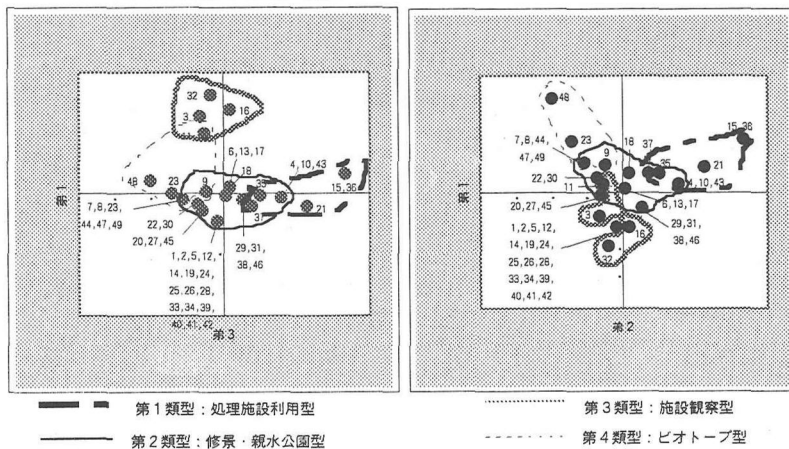


図5 処理場内生きものの生息の類型：サンプル得点プロット図

た。第1軸の寄与率は41.3%、第2軸の寄与率は29.0%、第3軸の寄与率は22.7%である。ちなみに、第1軸では処理施設が正の値、トンボ・ホタルは負の値になり、魚類がほぼ0付近となったことより第1軸は水のきれいさを示す軸と解釈される。第2軸はトンボ・ホタルが正の値、水族館が負の値になったことから自然発生型一飼育型を示すものと解釈される。第3軸は、水族館が正の値でほかの変数は0に近い値のことから観察型一自然型と解釈される。

また、図5に示したサンプリング得点図と表1に示した各処理場サンプルの各カテゴリーへの反応マト

表1 各処理場の特徴及び類型

No.	処理場名	敷地面積	緑地面積 (ha)	水辺面積 (ha)	生きもの			生息空間			類型	
					魚類	トンボ・ ホタル	貝類 など	池	せせ らぎ	処理 施設		水辺沿
15	仙台東浄水センター	9.10	-	-								1
36	正雀下水処理場	4.05	1.00									
21	城北下水処理場	5.60	1.60	0.06								
4	佐沼環境浄化センター	6.98	5.50	1.20								
10	鎌町市下水処理場	3.86	1.10	-								1+2
43	津守処理場	12.30	1.20	0.01								
35	川面下水処理場	1.80	0.20	0.02								
37	高石処理場	3.40	0.22	0.03								
29	福岡下水処理場	1.47	0.10	0.00								
31	具志川浄化センター	6.95	1.16	0.02								
38	南部処理場	4.00	1.50	0.02								
46	千島下水処理場	3.60	0.85	0.03								
16	黒部浄化センター	4.60	0.70	0.60								
6	県央水質浄化センタ	34.20	11.70	0.30								
13	都筑一下水処理場	8.70	0.72	0.04								
17	中部下水処理場	6.63	0.80	0.05								
1	南光園処理場	6.90	3.90	0.00								
2	江別浄化センター	6.70	1.80	-								
5	天童市下水道管理センター	3.36	0.86	0.20								
12	栄第一下水処理場	3.13	0.68	0.01								
14	山崎水質浄化センター	5.26	1.10	0.02								2
19	帯倉・坂元浄化センター	0.20	0.15	0.00								
24	長久手浄化センター	1.53	1.00	0.02								
25	大津終末処理場	2.90	1.00	-								
26	国吉川下流浄化センター	17.50	1.60	0.15								
28	橋部川浄化センター	3.00	0.80	0.02								
33	泉北下水処理場	16.80	5.16	0.00								
34	石津下水処理場	5.24	0.91	0.01								
39	高根処理場	32.10	3.76	0.54								
40	川俣処理場	9.13	0.80	0.05								
41	狭山処理場	2.04	0.12	0.00								
42	南大沢河津北側処理場	44.40	36.40	0.10								
20	千曲川流域下水道	12.00	2.40	0.05								
27	吉永浄化センター	0.32	0.14	0.02								
45	中浜処理場	8.40	0.80	0.03								
22	名古屋市宝神処理場	8.98	1.96	0.06								
30	笠野浄化センター	5.62	0.50	0.00								
7	吉利根川流域下水道	11.60	3.74	0.02								
8	花見川終末処理場	21.00	6.00	0.50								
44	海老江処理場	9.97	0.88	0.06								
47	平野処理場	9.60	2.00	-								2+4
49	渡処理場	15.38	2.10	0.80								
9	中川処理場	31.10	1.90	0.02								
23	浦都市浄化センター	10.60	1.50	0.05								
48	津久野処理場	2.96	0.23	0.02								4
11	多摩川上流処理場	14.30	5.62	0.82								
3	中野田浄化センター	1.75	0.80	0.05								
32	三玉下水処理場	13.10	0.66	0.00								
16	神島川処理場	10.30	1.30	0.05								3

リックス図を比較、分析して図に示したように4類型に分類することができた。

第1類型は、「処理施設利用型」として、下水処理用池及び水路で魚類や貝類などが生息する型である。第2類型は、「修景・親水公園型」としてアメニティのために設けられた池、せせらぎで魚類、貝類などが生息する型である。第3類型は、「施設観察型」として水族館、湿性温室などの住民の見学や自然観察・学習などのため設置された施設に魚類などの生きものを人工的に飼育する型である。第4類型は、「ビオトープ型」として、トンボ・ホタルなど古里の原風景を成した生きものが自然に定着するように生息空間を設ける型である。各類型の特徴をつぎのようにまとめた。

1) 処理施設利用型

調整池、最終沈殿池、塩素混和池、酸化池、礫間水路などの下水処理施設で生きものが生息することを示す。

これらの下水処理施設用池や水路に棲んでいる生きものは一般的に環境適用力が良い水生昆虫、藻類、ガモ、ミジンコ、コイ、フナ、ユスリカなどで、自然発生したか処理水のきれいさを広報するために人為的に放流したものである。表2は下水処理プロセス段階別にその施設で生きものの生息を促す可能性をあらわされている。

これらの類型では、生きものの生息のために、処理施設の構造を変えた材質や形態を変更した事例はなく、処理施設をそのまま活用している。今後、これらの下水処理用池を生きものがより棲みやすいように工夫し、水質を調節すれば、さらに生息を前進させることができるだろう。

2) 修景・親水公園型

下水処理水を活用し、新たに整備した水辺に生きものを飼育し、緑空間と一体化して修景や公園としている形である。水辺の規模や存在形態によって次の二つに区分することができる。

(1) 修景用、観賞用

主に、池、せせらぎ、噴水などを単独で小面積に形成し

ている。地域住民など外部からの訪問はなく、処理場関係者の観賞用として利用されている。生きものはコイ、金魚、フナのように比較的汚れに強く、飼育が容易な種が一般的にみられる。

(2) 親水公園

池、せせらぎ、噴水、滝などの水辺を芝生などの緑空間と組み合わせて親水公園として利用している。比較的大きな面積を占めており、処理場と公園が隣接して、地域共同施設やスポーツ広場、図書館、市庁などと共同運営されている事例も見られた。

これらの二つの型では、主に水のうるおいややすらぎを感じられるように池、せせらぎ、噴水、滝などがデザインされている。この水辺には地域住民などの訪れがあり、地域のオープンスペースとして、憩いの場として活用されている。下水処理場に対するイメージを向上させ、処理水のきれいさなどを知らせ、水辺環境のある「うるおいのあるまちづくり」に重要な役割を果たしている。

3) 施設観察型

主に、処理水のきれいさを広報するために、処理水や放流水先の河川水を活用して水族館、植物園、自然観察園などをつくり、生きものを人工的に飼育している型である。アユ、イワナ、ウグイなどきれいな水に棲む魚がよく展示され、地域住民や児童、学生などによって、施設見学、自然学習や観察などに利用されている。

4) ビオトープ型

下水処理場内で特定の生きものの生息を目的として、その生きものが棲める生息空間を新たにつくる型である。上の3つの類型に比較して自然に近い形として水辺をデザインし、時間の経過にしたがって生き物が自然にすみつき、定着する取り組みをおこなっている。たとえば、トンボ、ホタルの生息・生態特性を考慮して設計された池やせせらぎが処理場内で建設され、毎年それらの個体数が増えている事例がある。

表2 下水処理プロセス別生きものの生息の可能性

処理プロセス	処理方法・目的	生きものの生息を促す可能性
1) 沈砂池	ゴミ、土砂などを沈めて除去	
3) 最初沈殿池	下水をゆっくり流して比較的大きく沈みやすいものを沈殿	
4) エアレーションタンク (標準活性汚泥、オキシデーション・ディッチ法)	下水に微生物(活性汚泥)や空気を加え、有機物を分解	
5) 最終沈殿池	沈殿しやすい塊となった活性汚泥ときれいになった処理水との分離	コイ、水生昆虫、ガモなどの生息 2次処理水の水辺への活用
6) 急速砂ろ過、活性炭処理、曝気接触酸化池	高度処理	遊歩水路、酸化池の利用
7) オゾン・紫外線処理	殺菌、脱臭、脱色	水生生物の安定性、水遊びや水触りの安全の確保 高度処理水の水辺への利用
8) 安定池	処理水質の均一化、流速の調節	水生植物、魚、トンボなどの生息
9) 塩素消毒槽	大腸菌などバクテリアの滅菌	
10) 放流		放流先の河川の流量および水質の向上

表3 処理場内生きものの生息の類型別特徴

	処理施設利用型	修景・親水公園型	施設観察型	ビオトープ型
生息空間	最終沈殿池、遊歩水路、酸化池、調整池、塩素混和池	池、せせらぎ、噴水、滝、	水族館、湿性植物園	池、せせらぎ
生きものの種類	コイ、フナ、ガモ、水生昆虫、藻類、巻貝、ユスリカなど	コイ、フナ、金魚、アユ、イワナ、カワナ、	アユ、イワナなどきれいな水に棲む魚	ホタル、トンボ、メダカ
生息特性	自然発生、人工放流	人工放流	人工飼育	自然発生
目的	・処理水の広報 ・下水事業の広報、啓発 ・親水公園、憩いの場など多目的利用	・処理水の広報 ・下水事業の広報、啓発 ・生きものの学習、観察、展示	・処理水の広報 ・下水事業の広報、啓発 ・地域の子供たちの学習、観察、展示	・処理水の広報 ・下水事業の広報、啓発 ・地域の生きものの再生 ・自然環境、生きものの観察・環境

ただし、処理場内でビオトープづくりはまだ少なく、その目的も生きものの生息、または生物種多様性の確保などにつながるエコロジカルな目的より処理水の清らかさの広報や処理場のイメージアップにあることが殆どである。

処理場と地域住民間のコミュニケーションにも役立っていて、自然を実感し、教育・観察の場が備えられたまちづくりに有意義な空間ともなっている例もある。たとえば、東京都の中川処理場では、ハイケホタルが棲める池やせせらぎを造成し、毎年地域住民と「共生ホタルの夕べ」を行うことによって、快適な自然環境をつくるのに下水道が重要な役割を果たしていることを知らせている。また、大阪府の渚処理場では毎年小学生を対象に「トンボの生態観察とヤゴ放流の集い」を行い、自然環境や下水道に対する教育の効果を高めている。

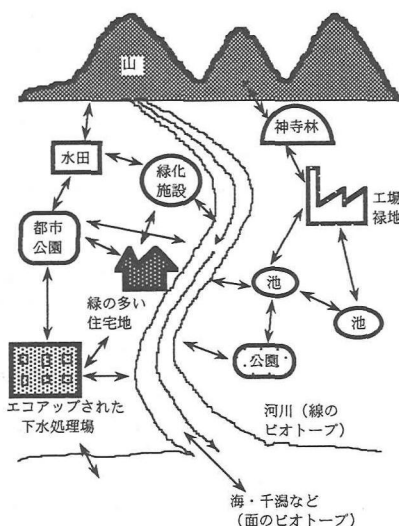


図6 ビオトープネットワークにおける下水処理場の役割

4. ビオトープネットワーク形成への下水処理場の役割

4.1 ビオトープネットワークとからみた下水処理場

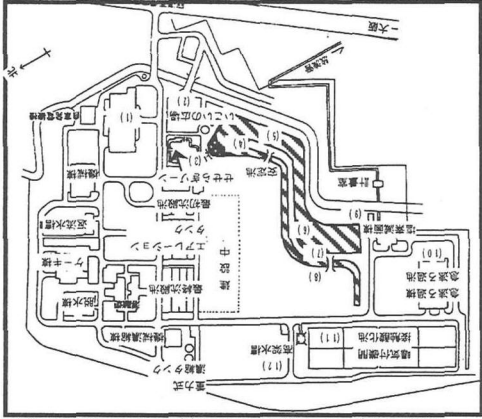
ビオトープはその大きさは形態によって面のビオトープ、線のビオトープ、点のビオトープに分けることができる。面のビオトープは大規模の緑地、森、池などで、線のビオトープはビオトープのお互いに結びつける生態的回廊としての役割をする河川、斜面、街路樹などである。点のビオトープは地域生態系の拠点としての役割をする小公園、住宅の庭、屋上や壁面の緑などの小規模な緑地である。このようにそれぞれ特性ある形と大きさで存在する個別のビオトープが生きものの生息空間としての機能をより効果的にするためには、ビオトープネットワークを形成し、地域内外との連携を図ることが重要である。隣接しているビオトープは、お互いに生物種、餌、移動路などを提供して地域生態系により豊かな多様性や安定性をもたらせる。

図6は地域のビオトープネットワークの概念を示している。自然が豊かな山から人工的な市街地に至るまでビオトープネットワークを形成するためには、山、河川、水田、池などの自然的生態空間を保全するのに加えて、ビオトープが少ない市街地空間でも生きものが住みやすいように設計、管理・運営することが必要である。例えば、まとまった面積を持つ工場、学校、下水処理場などにおいても、生きものが棲める緑や水辺をつくりだすことである。事例として、尼崎市では、「エコロジカルな工場環境づくり」を目的に、工場内の観賞池や防火水槽などの施設を活用したり、新たに池を造成してトンボ生息環境づくりを実施している。^{1) 2)}

トンボ池やホタルのせせらぎが整備されてトンボ、ホタルが自然に発生、成育するようになっている事例を本研究ではビオ

トープ型として分類している。特に、下水処理場の場合は、場内に緑や水辺を設けることに加えて、下水処理水を活用して安定した水量や水質を持つ水源を備えることができる長点がある

4. 2 淀川左岸流域下水道渚処理場の事例研究
4. 2. 1 渚処理場内トンボ生息空間の取り組み状況



1) 管理棟付近 2) 憩いの広場 3) せせらぎゾーン 4) トンボ楽園
5) 安定池中州北端 6) 旧飼育ゾーン 7) 菖蒲園 8) 淡水魚飼育ゾーン
9) トンボの森 10) 急速ろ過槽付近 11) 曝気曝露接触酸化池
12) 高架水槽横の湿地
図7 渚処理場内平面図⁹⁾

淀川左岸流域下水道の渚処理場では、平成3年から下水処理水の安定池^{注1)}の一部にトンボの生息空間を図7に示したように設けている。「トンボ楽園」は、トンボの誘致ゾーンとして、安定池の水路がUターンするコーナー部分に設けられた。この部分には、魚の侵入を防ぐゾーンを設け、浅瀬をつくり、水生植物を植えている。せせらぎゾーンは、ポンプアップされた処理水を流して流水環境としてつくられた水路である^{注2)}。また、「トンボの森」は、安定池付近の丘に植樹を行い、樹林や草地を形成している部分である。

4. 2. 2 渚処理場内トンボ生息状況

平成3年以来渚処理場内で記録されたトンボ種の変化を図8に示した^{注3)}。図を見れば、平成3年以来に記録されたトンボ種が増加していることがわかる。実際に、平成3年には4種だけ観察されたが、平成8年までは31種が観察された⁴⁾。

図9は1974年から1989年まで枚方市で確認されたトンボの分布を各メッシュ^{注4)}に示している^{注5)}。図を見ると、枚方市のトンボは山田池公園、大池、窓喜池のような大きな池がある付近で多く出現している一方、渚処理場が位置しているメッシュではトンボ科の2種だけが確認されたことがわかる。以上の図8、9から平成3年以来渚処理場内には以前に確認されなかったトンボ種が増えた

ことがわかる。

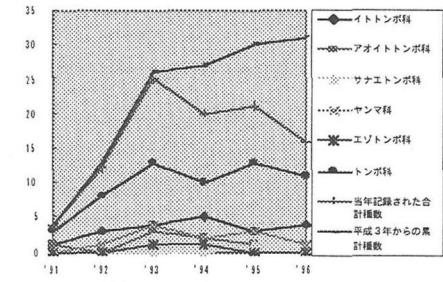
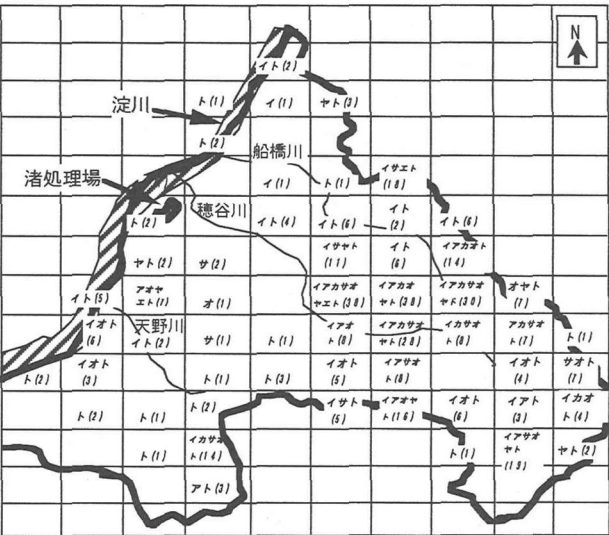


図8 渚処理場内のトンボ記録数変化

図9 枚方市のトンボ分布

イ：イトトンボ科 ア：アオイトトンボ科
カ：カワトンボ科 サ：サナエトンボ科
オ：オニヤンマ科、ヤンマ科
ヤ：ヤマトトンボ科 エ：エゾトンボ科
ト：トンボ科
数字：トンボ種数



^{注1)} 渚処理場で下水は、沈砂池、最初沈殿池、エアレーションタンク、最終沈殿池、急速ろ過池、曝気曝露接触酸化池、紫外線消毒、安定池、塩素消毒のフローで処理されている。

^{注2)} 水路の一部は流速を保っているが、その他の部分では流速が遅く、全体のトンボの生息環境としては流水的とは言えない状況になっている。

^{注3)} 関西トンボ談話会で渚処理場内トンボの生息調査を毎年、行っており、その報告書(参考文献4)の内容を図で示した。

^{注4)} 「標準地域メッシュシステム」(経緯度法：行政管理庁告示第143号)の基準地域メッシュ(第3次メッシュ)で、国土管理院の地形図(1/25,000)を縦横それぞれ10等分したものである。1区画の大きさは、南北約925m、東西約1,125mとなる。(枚方市、枚方市自然環境調査報告書、平成2年)

^{注5)} 1974年から1989年までの文献記録データと1989年5月から11月の間に行われた現場調査結果を合わせた記録である。(枚方市、枚方市自然環境調査報告書、平成2年)

表4は、枚方で確認されたトンボ種の好適な生息空間をまとめたものである。表が示しているようにトンボは種によって生息する環境が多様であるが、その中で渚処理場で記録された種はたいてい平地か丘陵地の湿地や池沼などの止水性水辺を生息場に行っていることがわかる。

[illegible]

* : 1991年から1996まで渚松理場で出現した種

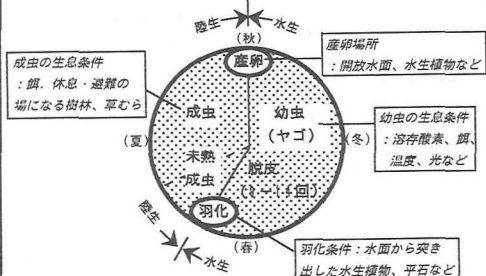


図10 トンボのライフサイクル (藤田嗣 原図)

4. 2. 3 ビオトープネットワークにおける役割

渚処理場は、水田や住宅地に囲まれており、近くにゴルフ場と淀川が位置している。このように農薬が多い水田やゴルフ場、水辺や緑が少ない住宅地のようにトンボが棲みにくい環境の中で、渚処理場はトンボの移動・定着・生息の場を提供し、他の生息場とのエコロジカルネットワークを形成する役割を考えるとえられる。この概念を図 11 で示した。渚処理場周辺に生

息していたトンボの成虫は渚処理場内の安定池やせせらぎゾーンの水生植物が植えられた水面を見つけて、産卵を行う。つづいて、適当な水質や水温を持つ処理水の中で幼虫時代を過ごし、脱皮と羽化を終わってから成虫になる。成虫は水辺から離れて付近の樹林か草むら、山で餌を食べながら成長し、また、秋になると成虫は産卵に適当な水面を探す。一部は渚処理場に戻って産卵を行い、同じライフサイクルを反復する。一部は、他の水辺に定着して産卵を行う。このような過程によって渚処理場内と周辺に定着、生息するトンボ種がだんだん増えることになる。例えば、オツネントンボは、近年産地が激減し、大阪府下でも確実に見られるところはほとんど皆無に近い状態であったが、渚処理場で交尾・産卵が観察され、幼虫および羽化も確認された。これは、オツネントンボが渚処理場内に定着していることの証明であり、処理場が重要な産地となったことである⁸⁾。また、注目されるのは、ギンヤンマであり、この種は従来は平地の普通種とされていたが、近年、環境の破壊、水田での農薬の悪影響などを原因に大幅に減少して

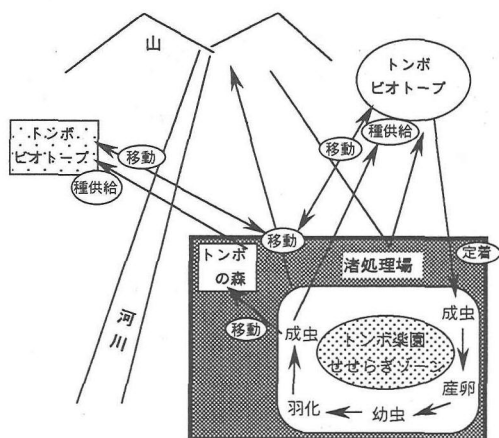


図11 ビオトープネットワーク形成における渚処理場

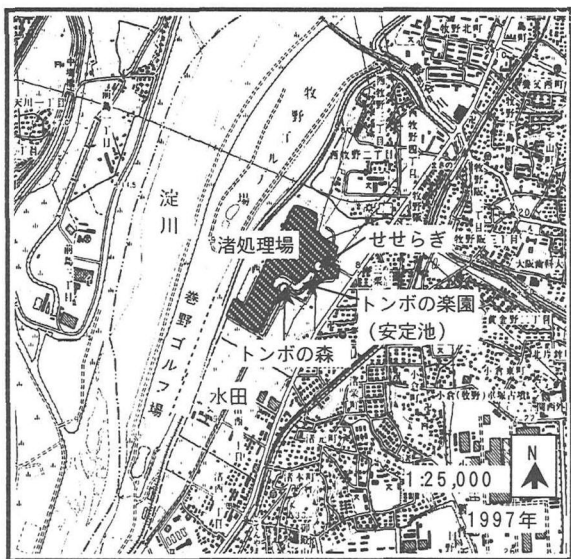


図12 渚処理場の周辺

いる状況であるが、渚処理場では産卵、幼虫などが見られている⁸⁾。

渚処理場の事例は、処理水や処理施設を活用してつくられた生きもの生息空間が、住宅地に囲まれた都市地域で新しい生きもの生息場所を加えることによって、生きものの種多様性の増加とビオトープネットワークの向上を図る可能性が高いことを示している。

5. まとめ

以上、下水処理場内の自然環境の修復や生きものの育成の取り組みについて調査し、考察した。処理場内の緑や水辺の面積や比率、形態を分析し、処理水を活用した生きもの生息について、処理施設利用型、修景・親水公園型、施設観察型、ビオトープ型の4つに区分した。

現在、下水処理場での生きものを生息させる取り組みはその生態的效果より処理水の広報、処理場のイメージアップを目的にすることがほとんどであるが、生息空間の生態的なデザイン、管理もいくつか見られた。市街化され、生物生息に適した空間が少なくなっている都市地域において、下水処理場は緑や水辺のビオトープを提供し、自然再生の

拠点としての役割を果たす潜在力が高いことが事例研究から明らかにされた。

参考文献

1. 尼崎市環境対策部、エコロジカルな工場環境づくり、平成8年
2. 株)関西総合環境センター、発展所におけるトンボ生息状況調査、平成8年
3. 枚方市、枚方市自然環境調査報告書、平成2年
4. 関西トンボ談話会、渚処理場トンボ生息状況調査平成8年度調査記録書、平成8年
5. 養父志及夫、生きものすむ環境づくり、1996年
6. 石田昇三など、日本産トンボ幼虫・成虫検索図説、1988
7. 関西トンボ談話会、近畿のトンボ、1984
8. 井上 清、下水処理場を利用したトンボ公園、昆虫と自然30(8)、1995
9. 大阪府土木部下水道課、(財)大阪府下水道技術センター、国際トンボ学会日本支部、渚処理場トンボ生息状況調査委託調査報告書、平成5年
10. 自然環境復元研究会、ビオトープ―復元と創造―、1993年

謝辞

アンケート調査に御協力いただいた全国107箇所の下水処理場の関係者の方にお礼を申し上げます。また、渚処理場での調査にあたり、同処理場の皆様と関西トンボ談話会の会長様をはじめとする会員の皆様に有用なデータを提供していただき、有益な御示唆をいただいたことを記して、感謝したい。