マイナスイオン発生量からみた 水景施設の評価

A STUDY ON THE AQUA SCAPE FACILITIES IN VIEW POINT OF MINUS ION

磯部久貴 — *1 畔柳昭雄 — *2
渡辺秀俊 — *3 二宮 敦 — *4

Hisataka ISOBE — *1 Akio KUROYANAGI — *2
Hidetoshi WATANABE — *3 Atsushi NINOMIYA — *4

キーワード：
マイナスイオン, 水景施設, 心理構造, 物理的外的要因

Keywords:
Minus ion, Aqua scape facilities, Psychological structure, Physical outward factor

It studied to the object in the Aqua scape facilities in Tokyo. Then, it examined psychological structure in the Aqua scape facilities in examining a physical outward factor at the Aqua scape facilities. It examined Minus ion as the center of the physical outward factor. The psychological structure and the physical outward factor depend on the form of the Aqua scape facilities. Minus ion depended on the form of the Aqua scape facilities mainly. Between the psychological structure and the physical outward factor, relation is seen. Minus ion was related to the property of water.

1.はじめに

水環境に対して 1970 年代に「親水」という概念が提起されて以来, 都市空間のアメニティを高めるものとして、水や水辺並びにウォーターフロントに対する関心が高まってきている。また、1980 年代以後, 水辺においては親水機能を備えた施設整備が盛んになり、合わせて都市公園についても噴水や池など水景施設を整備するものが増えてきた。中でも、水景施設は空間演出的な役割と共に、水面の動きや音、光の反射など視覚的な環境特性を保有し、さらに水面の持つ微気候調節効果などにより快適性の創出にも寄与している。この中で、水の音の効果については、鈴木らによって「水音環境」に着目した技術報告¹⁾がなされている。

このような現状の中で水景施設における新たな物理的評価指標としてマイナスイオンの発生量に注目した。これは、水景施設を作り出している水が、噴き出したり流れ落ちたり動いたりすることによって水が飛沫すると、大気中に水の微粒子が浮遊しエアロゾルが発生する。これにマイナスの電子が帯電するとマイナスイオンとなり、人間の副交感神経を鎮め、生理的、心理的にリラックスさせる効果があるとされている。しかし、その存在量が多いとされている水景施設において、その効果は十分に把握されていない。一方、マイナスイオンについては、これまで研究^{2) 3) 4)}の蓄積が少なく、マイナスイオンが人間にもたらす影響に対しては十分に把握されていない。

図-1 研究対象地

*1 ㈱八千代エンジニアリング 工修
(〒153-0043 目黒区東山2-2-3-902)

*2 日本大学理工学部海洋建築工学科 助教授・工博

*3 三洋テクノマリン 工博

*4 日本大学大学院理工学研究科 海洋建築工学専攻

*1 Yachiyo Engineering Co., Ltd. M. Eng.

*2 Assoc. Prof., Dept. of Oceanic Architecture and Engineering College of Science & Technology, Nihon Univ., Dr. Eng.

*3 Sanyo Techno Marin Inc., Dr. Eng.

*4 Graduate School, Nihon Univ.

2. 研究目的

本研究は、水景施設によって発生するマイナスイオン量について計測するとともに、これを感じ取る人々の心理的評価も併せて調査し、その効果を明らかにすることを目的とする。そこで、親水公園における水景施設を対象とし、以下に示す3点について検討する。

- (1) マイナスイオンの発生量の把握
- (2) 水景施設に対する心理的評価構造の把握
- (3) 心理的評価構造とマイナスイオン発生量との関連性の把握

3. 研究方法

本研究は、東京都特別区における親水公園を対象とした。水景施設の形態については、関係する資料^{1)・5)}などを参考に形態分類を行い、池、滝、流れ、噴水を保有する公園の中から図-1に示す24公園を選定した。これらの対象公園において、表-1に示す調査を行った。マイナスイオンの計測はイオンカウンタ（ダン科学製83-1001）を用い、既往文献^{6)・7)}から人間に影響をおよぼすとされる電気移動度0.4以上のマイナスイオンを測定対象とした。併せて気温、水温、湿度を測定した。また、公園面積に占める水景施設の水面積及び周辺の緑の面積の割合を水面率、緑被率として計測した。さらに、公園利用者を対象として、水景施設から受ける人々の感受度を捉えるため関連する既往研究⁸⁾等を参考として、項目の付加・整理を行い選定した18項目5段階の評定尺度によるアンケート調査を実施した。なお、被験者抽出は水景施設の周辺でランダムサンプリング法により実施した。

4. 心理的評価構造の調査結果

アンケート調査を基に、水景施設に対する潜在的な心理構造を把握するために因子分析を行った。その結果を表-2に示す。第IV因子まで抽出され、累積寄与率は67.2%であった。

各因子の意味を因子負荷量0.45以上のものから解釈すると、第I因子は「緑の量」「緑の種類」「自然」などの因子負荷量が高く、「自然性」を示す因子と考えられる。次に、第II因子は「水量」「水のきれいさ」「水面積」といった項目の因子負荷量が高く「水の審美性」に関する因子といえる。また、第III因子では「涼しさ」「開放感」「乾湿感」などの因子負荷量が高く、「空間性」を表す因子と考えられる。最後に第IV因子では「水の深さ」「水までの距離」「水面積」の因子負荷量が高く、「水の規模性」を表す因子といえる。

次いで、形態別に得られた因子得点を平均化し、その結果を図-2に示す。まず「池」はI軸とIII軸、IV軸の因子得点が高く、規模性が強く認識されている。次に「滝」では「池」と逆にII軸の因子得点が高く、IV軸の得点が高い。このことは、「滝」の持つ水の動きから審美性が認識されていると考えられる。「流れ」は、すべての因子得点が高いが概ね「滝」のパターンと類似している。最後に「噴水」では、I軸の因子得点が極端に低い、その他の因子は高く、水の保有する特性が認識されていると考えられる。

表-1 調査概要

調査内容		項目	内容
心理的要因	アンケート	対象公園	池・滝・流れ・噴水の形態を持つ親水公園計24公園
		調査期間	1997年8月1日～10日(快晴)
		対象者	18才以上の公園来訪者
		調査方法	対面調査
		標本数	720(各公園30回収率100%)
物理的要因	マイナスイオン	計測機器	イオンカウンタ 83-1001
		計測方法	水景施設中央に最接近できる地点で地上から1.5mにセンサーを設置
		計測時間	エッジング後30分計測
	水温	計測機器	水銀水温計
		計測方法	水景施設内の水温を計測
	気温/湿度	計測機器	乾湿球湿度計
		計測方法	イオンカウンタ付近で計測
	水面面積 緑被面積	計測方法	Auto CAD Ltによる図面を用いた面積計測

表-2 因子分析結果(ソート後)

		第I因子	第II因子	第III因子	第IV因子
I軸	緑の量	0.904	-0.055	-0.221	-0.205
	緑の種類	0.867	-0.162	-0.154	-0.086
	木陰の量	0.834	-0.054	-0.257	-0.107
	自然	0.810	0.046	-0.416	0.098
	風の心地よさ	0.867	-0.054	0.585	-0.087
	空気のきれいさ	0.628	0.296	-0.334	0.094
	生物の多さ	0.564	-0.105	-0.283	0.386
II軸	水量	0.142	0.770	-0.215	0.391
	水のきれいさ	-0.146	0.762	-0.242	-0.401
	水面積	0.240	0.691	-0.015	0.526
	透明度	-0.269	0.643	-0.248	0.535
	水景施設のデザイン	0.035	0.631	0.061	-0.262
III軸	快適	0.456	0.474	0.468	0.050
	涼しさ	0.421	-0.083	0.664	-0.004
	開放感	0.436	0.360	0.589	-0.167
	乾湿感	-0.133	0.410	0.483	0.076
IV軸	水の深さ	-0.267	0.032	-0.062	0.662
	水までの距離	-0.144	0.192	0.207	0.532
固有値		5.226	3.247	2.356	1.939
寄与率(%)		27.5	17.1	12.4	10.2
累積寄与率(%)		27.5	44.6	57.0	67.2

図-2 形態別因子得点

5. マイナスイオン量等の測定結果

マイナスイオン量は、既往研究^{3)・4)}によると通常の大気中には約 $0.1 \sim 0.2 \times 10^3 \text{ n/cc}$ の存在量があると指摘されている。そのため、各水景施設を計測するとともに、参照値として日本大学船橋校舎内でアスファルト上と芝生上についても併せて計測を行った。

その結果を表-3に示す。まず、大学内におけるアスファルト上3ヶ所のマイナスイオン量の平均値では $0.21 \times 10^3 \text{ n/cc}$ を示し、また芝生上では $0.28 \times 10^3 \text{ n/cc}$ の値を示した。このことから若干ではあるが植生周辺では、アスファルト上よりもマイナスイオン量が多いことが分かる。また、各水景施設における計測結果を見ると、概ねマイナスイオンの存在量の多いことが分かる。

一方、気温、水温、湿度との関連性については際立った関係はみられない。

次に水景施設形態ごとのマイナスイオン存在量をみると、「滝」が最も多く、4公園平均で $14.4 \times 10^3 \text{ n/cc}$ の値を示している。しかし、滝の落差の規模が小さい成田かつば公園では、他と比べて少なくなっている。次いで、「噴水」および「流れ」となる。「噴水」は平均値で $3.29 \times 10^3 \text{ n/cc}$ の値を示し、「流れ」では、平均値は $0.87 \times 10^3 \text{ n/cc}$ を示す。水の動きの少ない「池」でも平均値 $0.92 \times 10^3 \text{ n/cc}$ を示しており、水の飛沫が発生しやすい形態の水景施設においてマイナスイオンが多く発生していることが分かる。一方、類似の形態でも発生するマイナスイオン存在量に大きな開きのあることが分かる。そこで、周辺環境として、緑量との関係についてみると、マイナスイオン存在量が高い値を示す公園では比較的緑被率が高く、水際線にも濃密な植生が見られ、水中にはアシやヨシが繁茂していた。逆に、低い値を示す公園では水景施設周辺の植生は極めて少ない。これらのことから、図-3に示すマイナスイオンと緑被率の関係をみると、僅かではあるが関係性がみられ、マイナスイオン存在量に対して植生の存在が影響していることも考えられる。

6. 物理的要因と心理的評価の関係

水景施設に関連する物理的要因と心理的評価構造との関連を把握するために、マイナスイオン量、緑被率及び水面率と、感受度を構成している4つの因子軸の各因子得点を比較検討することとした。なお、因子得点は因子分析で得られた値を10階級の因子階級に分けて用いている。

その結果、図-4に示すように、第I因子「自然性」は緑被率との間で関連がみられ、緑被率が高くなるほど概ね因子階級も高くなる傾向がみられた。次に図-5に示すように、第II因子「水の審美性」はマイナスイオン存在量との関連性については際立った関係はみられない。その中で、形態ごとの平均値で分布傾向をみると、「流れ」については評価が比較的分散していることが分かる。また、「池」、「流れ」に比べ、「滝」、「噴水」は若干ではあるがマイナスイオン量が増えると感受度も高くなる傾向がみられる。

表-3 マイナスイオン等の計測結果

形態	公園名	マイナスion (10^3 n/cc)	気温 ($^{\circ}\text{C}$)	水温 ($^{\circ}\text{C}$)	湿度 (%)	緑被率 (%)	水面率 (%)
比較	アスファルト	0.21	22.0	—	74.2	—	—
	芝生	0.28	19.9	—	83.4	—	—
池	妙正寺公園	0.31	27.9	27.8	74.9	34.8	25.1
	碑文谷公園	0.41	29.4	27.0	81.6	35.9	47.5
	須藤公園	0.49	36.7	34.6	86.0	95.7	21.0
	教育の森公園	0.72	30.9	27.0	69.9	54.3	8.5
	柳原千草公園	1.79	36.6	27.2	58.7	90.2	11.4
	神明水の森公園	1.82	32.5	27.4	68.5	78.6	15.2
滝	成田かつば公園	1.81	33.1	28.0	87.1	96.3	23.3
	希望ヶ丘公園	14.60	30.8	26.0	83.7	54.7	0.9
	滝野川公園	20.50	31.6	31.5	77.0	79.7	9.7
	名主の滝公園	20.70	35.3	27.0	88.3	90.3	16.8
流れ	古石場公園	0.21	27.6	24.5	56.6	32.6	38.5
	東山貝塚公園	0.72	29.0	27.0	77.4	74.2	8.6
	音無親水公園	0.80	29.5	28.0	88.7	89.3	17.3
	三田丘の上公園	0.89	29.9	26.0	60.7	34.2	15.0
	永福中央公園	1.08	29.9	26.0	73.1	34.7	6.3
	和泉2丁目公園	1.20	33.7	30.2	77.3	43.7	2.6
	昭栄公園	1.81	31.3	18.0	77.6	65.3	3.6
噴水	埠頭公園	0.55	31.5	28.2	73.4	28.1	12.3
	堅川公園	0.67	33.4	29.2	65.2	16.0	1.8
	箱崎公園	1.06	35.3	25.9	64.9	39.4	1.0
	三河台公園	1.72	34.1	28.0	76.9	39.9	10.2
	済美公園	1.82	31.0	27.0	90.5	77.6	8.9
	大塚公園	2.43	30.0	24.0	75.3	75.8	13.8
	大森貝塚公園	16.80	33.0	29.0	73.2	67.3	1.5

図-3 マイナスイオン量と緑被率

図-6に示す第IV因子「水の規模性」と水面率の関係については、水面率が高くなるほど「池」や「流れ」といった形態で、因子階級も高くなる傾向がみられる。なお、第III因子「空間性」については物理的要因との関連はみられない。

7. おわりに

本研究で得られた結果をまとめると以下に示ようになる。

- ①水景施設及びその周辺環境に対する心理構造は、4 因子軸で構成され、水景施設の水については「水の審美性」「水の規模性」の2つが認識されている。
- ②マイナスイオンの存在量は水景施設の形態により大きな差異が見られたが、最も存在量の多い形態は「滝」であり、水の動きが発生量に影響していることが分かる。
- ③心理構造と物理的要因の関連性については、「自然性」と「緑被率」、「水の審美性」と「マイナスイオン存在量」、「水の規模性」と「水面率」の間に関連性がみられた。

本研究では、水景施設のマイナスイオン発生量の把握を行うとともに、このマイナスイオンの発生量と利用者としての人々が水から受ける心理的な感受度との間の関連性を明らかにしようと考えた。そのため、種々ある水景施設の形態を大別して計測調査を行い、それぞれ形態によってマイナスイオン発生量に違いのあることを明らかにした。また、水辺周辺の環境（植生など）によってマイナスイオンの存在量が影響を受けることもある程度理解できた。一方、マイナスイオン量と心理量の関係については明確な相関性は得られなかったが、形態に依存しつつ何らかの関連があることを示唆した。

今回の計測調査の結果は、水辺におけるマイナスイオン量と心理量の関係把握の研究が緒についたことを示すものであり、今後は、実験室など安定した環境における、生理的・心理的影響や水景施設でのマイナスイオンの発生条件に関するデータを蓄積し、それらを総合的に捉える必要があると思われる。

*注1：マイナスイオンとは空气中を漂う微粒子に帯電が生じた物の総称である。大きさや形状は様々で、帯電の原因としては紫外線、宇宙線、風による移動、電離放射線、加熱など様々な要因がある。これまで空気汚染指標の一つとして経験的に捉えられ、マイナスの電荷を持ったものは呼吸器疾患や作業効率の向上等の生理的・心理的效果があるという報告がある。水辺空間では水の飛沫が主な発生源になると考えられる。（参考文献6）・7）

■ 参考文献

- 1) 鈴木信宏 他：水音評価と周辺音別にみた実験的水音環境の評価 日本建築学会技術報告集 1996. 3
- 2) Kruger, A. P. & Reed, E. J.: Biological impact of small air ions Science vol. 193. 1976, p1209
- 3) 島田洋他：大気中におけるイオン濃度実測 日本建築学会大会学術講演梗概集 1990. 9
- 4) 島田洋他：大気中におけるイオン濃度実測 その2 高原・郊外・市街における春・夏・秋のイオン濃度の実測 日本建築学会大会学術講演梗概集 1991. 9
- 5) 畔柳昭雄 他：東京都区部における親水公園の形態・機能特性に関する調査研究 第7回環境情報科学論文集 1994
- 6) Hawkins, H. H. & Baker, T.: Air ions and human performance Ergonomics vol. 21. 1978, p273
- 7) C. A. Laws: Air ions in the working environment The heating and Ventilating Engineer 1982. 5
- 8) 畔柳昭雄 他：都市住民の意識から捉えた水辺空間の持つオープン・スペース効果に関する研究 その1、その2、その3 日本建築学会計画系論文集 第464号 1994年
- 9) 高橋幹二：応用エアロゾル工学 養賢堂 1884
- 10) 齊藤平蔵：建築気候 共立出版 1974
- 11) 新建築体系編集委員会：新建築学大系 11 彰国社 1982
- 12) 東京都建設局：東京都公園調書 東京都 1997

図-4 緑被率と第I因子（自然性）

図-5 マイナスイオン存在量と第II因子（水の審美性）

図-6 水面率と第IV因子（水の規模性）

[1998年3月23日原稿受理 1998年7月8日採用決定]