

明治大正期自然式総合園内の河川環境現地調査

～流水形態と流水音に関する考察～*

Investigation of the River Environments in Natural-Type Composite Parks Built in the Meiji and Taisho Eras

～Study for relation between flow pattern and environmental sound caused by streams～*

田中瑞穂**・石野和男***・関 文夫****・鶴見圭子*****

By Mizuho TANAKA**, Kazuo ISHINO***, Fumio SEKI****, Keiko TURUMI*****

1. はじめに

近年は自然環境の再生が求められ、河川環境の整備や公園における流水水路の新設が盛んになっている。一般に、滝・せせらぎなどの流水音は、物理的レベルがかなり大きい場合でも聴感上あまりうるさくないと感じられるといわれており、アンケート調査¹⁾等でも好ましい自然音としてあげられている。この流水音の性質が、これらの公共空間で、交通騒音等の不要な音のマスキングに利用されている場合もある。しかしながら、音響学の分野では水音そのものの調査は若干行われている²⁾が、水理量との対応をとったものはわずかである³⁾。そこで本研究では、明治大正期に築造された日本庭園の中で名園と評価されている横浜三溪園の流水環境を調査し、音環境と水理環境との対応を調べた。音環境以外の流水環境の調査については既報^{4) 5)}に詳しいので、ここでは省くこととする。以下本文では内苑・外苑水路での音環境調査結果を示す。

2. 調査方法

音環境の調査は、滝・つたわり状小段・急勾配の荒瀬(射流部)・段落流・石に当たる流れなど流水

音の聞かれる場所で行った。測定点を図1～2に示す。測定器は普通騒音計(RION NA-20)を用い、すべての測定点において水面上1mの位置で測定を行った。

3. 調査結果及び考察

本論文では、滝・つたわり状小段・急勾配の荒瀬(射流部)・段落流における流水音について、考察を行った。

(1) 滝における流水音

滝の音圧レベルは、表-1に示したように70～84dBに分布しており、各流水形態の中では最も高いレベルを示している。流れの落下エネルギー wQH (w :水の単位体積重量、 Q :流量、 H :総落差)と音圧レベル、落差と音圧レベルの関係をそれぞれ調べたところ図-3のようになり、 wQH 、落差が共に大きくなるほど音圧レベルが高くなる傾向がみられた。それぞれの相関係数を求めたところ、 wQH と音圧レベルの相関係数が0.71であるのに対して、落差と音圧レベルの相関係数は0.86となっており、落差の方が若干音圧レベルとの相関が高いことがわかった。また、滝の流水音を擬音で表わした場合、落差が166～195cmの測定点B-3、C-1「タッタッタ」等、落差70～90cmのA-3、A-10「バシャバシャ」等、落差20～46cmのB-7、C-3、C-6の「シャバシャバ」等と落差によって共通する語で表すことができ、また落差が小さくなるに従って、高音が卓越して聞こえている。(表-1)

*キーワード: 公園, 緑地, 空間設計

** 大成建設技術研究所 音環境研究室 (〒245 神奈川県横浜市戸塚区名瀬町344-1, TEL 045-814-7239, FAX 045814-7256)

*** 正会員 工博 大成建設技術研究所 研究推進室 (〒245 神奈川県横浜市戸塚区名瀬町344-1, TEL 045-814-7221, FAX 045-814-7250)

**** 正会員 工修 大成建設土木本部 景観デザイン室 (〒163-06 東京都新宿区西新宿1-25-1, TEL 03-5381-5423, FAX 03-3348-1147)

***** 大成建設土木本部 開発技術室 (〒163-06 東京都新宿区西新宿1-25-1, TEL 03-5381-5422, FAX 03-3348-1147)

(2) つたわり状小段における流水音

つたわり状小段の音圧レベルは、表-2に示したように66~77dBとなっている。8つの測定点をすべて考慮に入れると、落差、wQHI、勾配ともに音圧レベルとの相関は低くなる。この原因として、測定点A-6、A-7では流れのまわりに植物が密生して消音効果を発揮していることが考えられた。そこでA-6、A-7を省いて相関をとったところ、wQHIと音圧レベル落差では、相関係数0.673とあまり高い相関は得られなかったが、落差と音圧レベルでは相関係数が0.931となり、非常に高い相関を得ることができた。(図-3)

(3) 急勾配荒瀬における流水音

急勾配荒瀬の音圧レベルは表-3に示すように、つたわり状小段と同様の68~79dBである。図-3に示すように、流れの掃流力wRI(R:径深、I:河床勾配)と音圧レベルの関係は相関係数が0.553と高くないが、河床勾配と音圧レベルの関係では相関係数が0.718となり、河床の勾配が急になるほど音圧レベルが高くなる傾向が表われている。またこの荒瀬の流水音を擬音で表現した場合は、音圧レベルが70dB以上の測定点A-2・B-1・C-2では「シャー」とか「サーサー」という水切り音で表わされるのに対し、その他のレベルの低い測定点では、「ピコピコ」といった高音の音で表わされるなど、表現に違いが見られた。(表-3)

(4) 段落流における流水音

段落流の音圧レベルは、表4に示すように59~74dBであり、各流水形態の中では最も低いレベルを示している。すべての測定点を考慮に入れると、落差、wQH、勾配共に音圧レベルとの相関は高くなく、その原因としては、測定点C-9、C-11、C-15の両岸に密生している植物の消音効果が考えられる。なお、これらの測定点を除いた場合、対象となる測定点は3つとなるので相関比較は行わなかった。またこれらC-9、C-11、C-15の音圧レベルの低い測定点の流水音を擬音で表わした場合、「ピコピコ」「クルクル」とい

った高音の音が主体となっている。

4. まとめ

横浜三溪園の流水形態および流水音を調査し、内苑・外苑水路において、滝・つたわり状小段・急勾配の荒瀬(射流部)・段落流の流水音の考察を行った。今回の調査で得られた結果をまとめると次のようになる。

- ・各流水形態の音圧レベルとそれぞれの物理特性の関係を調べたところ、滝はwQHと落差、つたわり状小段は落差、急勾配荒瀬は河床勾配と相関が高いことがわかった。

この結果の要因としては、本計測における流量の変化が、落差、勾配に比べ小さかったことがあげられる

- ・植物による消音効果が、流水音に影響を及ぼしていることが考えられる
- ・流水音を表わした擬音は、音圧レベルによって分類できる場合が多い。

今回の調査では、流水音近傍の測定のみを行い、人が実際に音を聞く位置での測定は行わなかった。今後は、三溪園内の通路等で同様の調査を行い、これらの調査結果を河川環境の整備や公園の水路の設計に応用できるようにフィードバックしていきたいと考えている。また現地でのアンケート調査などを行い、これらの流水音を実際の利用者がどのように受け止めているのかも調査していきたい。そして、植物による消音効果が、どの程度流水音に影響を及ぼしているのか調べることも今後の課題であると考えている。

5. 謝辞

本研究に際しては、櫻井正博園長をはじめ財団法人三溪園保勝会の皆様にお世話になりました。ここに、謹んで感謝の意を表します。

表-1 滝の流水音比較表

No	落差	流況	直下流の状態	テープを通した 観音 (直接耳で聴いた)	wQH (m^3/s)	音圧レベル (dB)
A-3	90cm	鉛直つた わり小滝	水面に出た砂 利	シャワーシャ バシャバシャ トボトボ (ザザ、トボトボ)	3.88×10^{-3}	75.6
A-10	70cm	小滝	水没した石	(ボチャボチャ シャバシャバ) バシャバシャ	3.01×10^{-3}	74.0
B-3	195cm	落下大滝 左右に つたわり 流れ	水没した石	シャバシャバ タッタタ (タッタタ、トボト ボ)	2.13×10^{-3}	82.3
B-7	46cm (水面差 40.3cm)	小滝	水没した石	シャバシャバ サ トボトボ (シャワシャワ タパタパ)	1.08×10^{-3}	75.7
C-1	166cm	落下大滝	水面に出た石	タッタタ シャワー、シャワ ワ タッタタ (タッタタ)	9.40×10^{-3}	84.4
C-3-1	40cm	落下小滝	水面に出た石	バシャバシャ ビコビコ ビコビコ トボトボ シャ (タパタパ)	0.48×10^{-3}	76.9
C-3-2	40cm	落下小滝	水没した石	(シャワーシャ)	1.68×10^{-3}	76.9
C-6	上段から 20cm	4段の小滝	上段から ・浅水(平石)	クルクル シャバシャバ ビコビコ (シャワシャワ)	0.168×10^{-3}	70.1
	25cm		・平石	シャバシャバ ビビビビ トボトボ	0.168×10^{-3}	72.7
	25cm		・平石			
	20cm		・深水(砂利)			

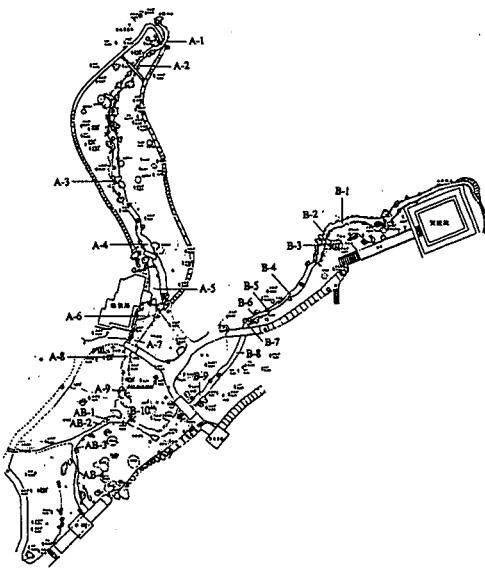


図-1 内苑水路平面図

表-2 つたわり状小段の流水音比較表

No	落差	勾配 1	流況	直下流の状態	テープを通した 観音 (直接耳で聴いた)	wQH (m^3/s) [wQH]	音圧 レベル (dB)
A-6	総落差 55cm 延長 120cm	$\frac{1}{2.19}$	つたわり状 小段	量状石	(シャワシャワ ビコビコ)	2.37×10^{-3} [1.08×10^{-3}]	66.3
A-7	総落差 15cm 延長 45cm 55cm	$\frac{1}{1.83}$	つたわり状 から鉛直小 滝 (15cm)へ	石	バシャバシャ シャ (シャバシャバ)	1.94×10^{-3} [1.06×10^{-3}]	70.9
B-6	落差 26cm 延長 70cm	$\frac{1}{2.66}$	つたわり状 小段	水没した石	シャバシャバ ビコビコ (シャワシャワ)	0.611×10^{-3} [0.227×10^{-3}]	73.5
B-7	落差 46cm 水面差 40.3cm	$\frac{1}{0.88}$	つたわり状 小段	水没した石	シャバシャバ サ トボトボ (シャワシャワ タパタパ)	1.08×10^{-3} [1.23×10^{-3}]	75.7
B-10	落差 30cm 延長 32cm 水面差 30.5cm	$\frac{1}{1.07}$	つたわり状 小段	水没した石	(シャワシャワ)	0.921×10^{-3} [0.861×10^{-3}]	73.5
C-13-1	落差 39cm 延長 60cm	$\frac{1}{1.54}$	つたわり状 小段	水没した石	(シャバシャバ)	1.45×10^{-3} [0.942×10^{-3}]	76.8
C-13-2	落差 46cm 延長 60cm	$\frac{1}{1.30}$	つたわり状 小段	水没した石	トボトボ コボコボ ビビビビ ア (トボトボ)	2.95×10^{-3} [2.26×10^{-3}]	
C-16	落差 17cm 延長 60cm	$\frac{1}{3.53}$	つたわり状 小段	量状石	クルクル トボトボ (シャワシャワ ビコビコ)	1.80×10^{-3} [0.51×10^{-3}]	71.5

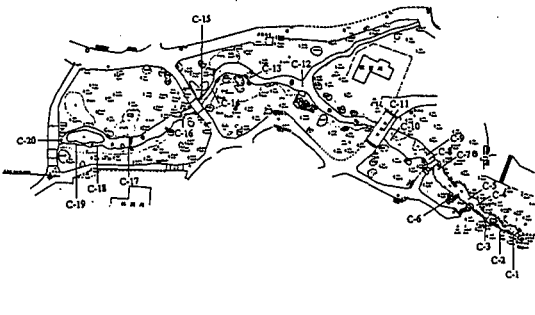


図-2 外苑水路平面図

表-3 急勾配の荒瀬の流水音比較表

No	河床勾配	径深: R (m)	底質	テープを通した(直接耳で感じた)擬音	wRI (t/m ²)	音圧レベル (dB)
A-2	$\frac{1}{3.07}$	0.0222	砂利 1.3cm×7cm	サーサー ビヒャビヒャ トボトボ (シャワシャワ)	7.23×10^4	73.4
A-4	$\frac{1}{9.30}$	0.0279	石 10cm×5cm	(ビコ、ビヒャー)	3.0×10^4	69.5
A-8	$\frac{1}{19}$	0.020	石 10cm×5cm	ビコビコ バシバシヤ サー (ビコビコ)	1.05×10^4	68.4
A-9	$\frac{1}{6.8}$	0.0211	石 10cm×5cm	(ビコビコ クルクル)	3.11×10^4	67.6
B-1	$\frac{1}{6.21}$	0.0153	石 6cm×5cm	シャ バシバシヤ トボトボ (シャバシヤノ)	2.46×10^4	77.0
C-2	$\frac{1}{3.67}$	0.0201	石 14cm×12cm	シャ タツタツ (シャクシャク)	5.48×10^4	78.6
C-18	$\frac{1}{16.4}$	0.0364	砂利 7.5cm×5.0cm	ビヒャビヒャ ビコビコ (ビョロビョロ ビコビコ)	2.22×10^4	67.1
C-19	$\frac{1}{16.4}$	0.0292	砂利 7.5cm×5.0cm	ビコビコ クルクル (ビョロビョロ)	1.78×10^4	68.8

表-4 段落流の流水音比較表

No	落差	フルード数	直下流の状況	テープを通した(直接耳で感じた)擬音	wQH (t·m/s)	音圧レベル (dB)
AB-1	落差 17cm 水面差 7.2cm	2.14	水没した石	(シャバシヤノ)	1.11×10^4	74.1
B-4	落差 14cm	—	〃	コボコボ (ボコボコ)	0.329×10^4	69.5
B-5	落差 24cm 水面差 19.3cm	—	〃	シャバシヤノ コボコボ トボトボ (シャクシャク)	0.564×10^4	69.8
C-9	落差 8.6~14cm	0.65	〃	ビヒャ クルクル (ビコビコ)	1.22×10^4	59.2
C-11	落差 25cm	—	〃	ビコビコ ボコボコ (ビコビコ)	2.5×10^4	59.9
C-15	落差 12.2cm	1.32	〃	ビコビコ クルクル (ビョロビョロ)	1.07×10^4	70.2

参考文献

- 1) 鹿島教昭他：音環境に関する横浜市民の意識，日本騒音制御工学会講演論文集，p165~168，1992
- 2) 吉村道彦他：水によって発生する環境音についての検討，日本騒音制御工学会講演論文集，p133~136，1992
- 3) 中村俊亮他：小川から発生する環境音の調査結果について，日本騒音制御工学会講演論文集，p201~204，1994

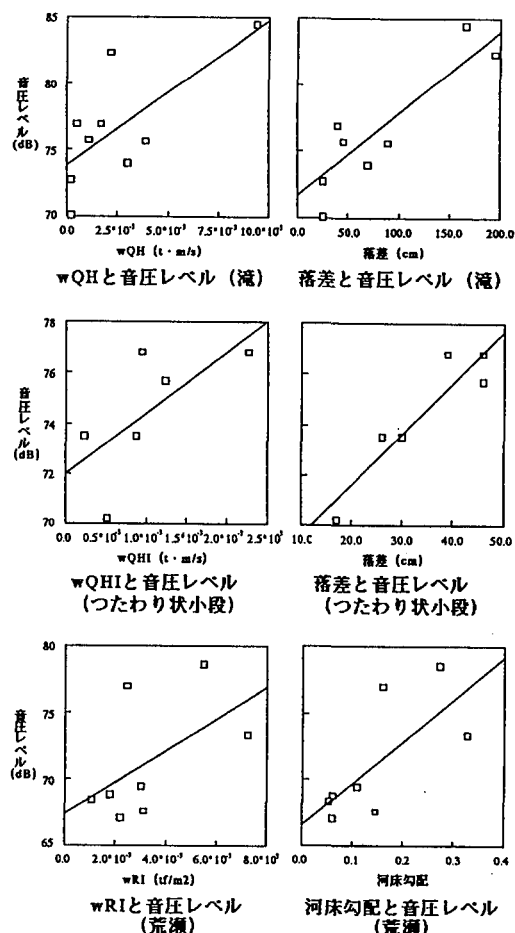


図-3 各流水形態の物理特性相関図

- 4) 石野和男他：明治大正期自然式総合園の流水環境調査，～内苑水路の水理環境調査結果～，第18回土木計画学研究発表会投稿中，1995
- 5) 石野和男他：明治大正期自然式総合園の流水環境調査，土木学会 第50回年次学術講演会第IV部門投稿中，1995
- 6) 石野和男他：明治大正期自然式総合園の河川環境調査，～外苑水路の水理環境調査結果～，土木学会 河道の水理と河川環境シンポジウム論文集，p167~174，1995