

下水排水による上昇熱量を利用した河川水エネルギー利用の可能性

日本大学理工学部 正会員 ○宮本 守
日本大学理工学部 正会員 岩井 茂雄

1. はじめに

河川水温は外気温と比較して夏期には冷たく冬期には暖かいため、河川水エネルギーは賦存エネルギーが大きく、未利用エネルギーとして今後の新たなエネルギー利用源として期待されている。実際に河川水および下水処理水を利用した地域熱供給事業は全国において取り組まれている。その一方で河川内の熱環境は下水処理水等の人工排熱により多大な影響を受け、例えば荒川下流部では冬期に水温の上昇傾向が確認されている¹⁾。そこで著者らは人工排熱により上昇した河川内熱量のエネルギーとしての有効利用の可能性と人工排熱による影響の抑制効果に関して考察した。

2. 河川水エネルギー利用の実態

石川(1995)によると、当時の建設省河川局は河川水の有するエネルギーの適正利用のための指針を策定し、新たな地域冷暖房のための熱源となることを期待している。末次ら(2000)は、未利用熱エネルギーである河川水や下水の熱利用が人工排熱量の抑制効果になるとし、その抑制効果を算出している。

河川水の熱利用にはヒートポンプを用いることが一般的であり、そのしくみは図-1 に示す通りである。このような河川水の熱エネルギー利用は地下水や地中熱等といった他の自然エネルギー利用と比較して経済性や実現性の面において優れている。河川エネルギーの利用に関しては全国において活発に検討されている。河川水および下水処理水を利用した地域熱供給事業の事例を表-1 に示す。河川水を熱源として利用するシステムは未利用エネルギーとして期待されており、全国の数箇所において既に稼働されている。

しかしながら河川水を取水して熱源として利用された後に排水される水は本来の河川水温と異なるため、その環境変化が懸念事項となり、取水・排水温度の規制がなされている。通常は排水温度と河川水温の温度差は5℃以内とされている。すなわち河川水熱のうちの5℃が許可範囲である。その一方で多くの都市河川において、人工排熱等の影響により河川水温は上昇傾向にあり、河川水温の上昇は河川のエネルギーポテンシャルの増大とも考えることができる。つまり、人工排熱により水温が上昇した河川水は新たな利用可能なエネルギーを有していることになる。このエネルギーの余剰分を有効利用することは、都市の社会活動・整備による環境変化を相殺することのみならず、都市におけるこれまでの未使用エネルギーの有効利用や従来の発熱システムで大量に発生しているCO₂の削減にも繋がる経済的かつ環境に良好な手段である。

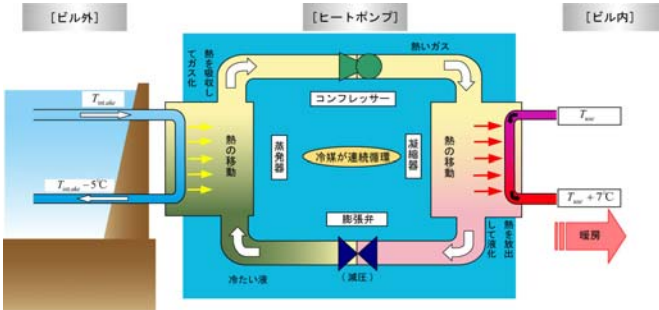


図-1 一般的な河川熱利用ヒートポンプのしくみ

表-1 河川水および下水処理水を利用した地域熱供給事業

供給区域	所在地	供給形態	利用熱源	供給面積(ha)
箱崎	東京都	温水, 冷水, 給湯	河川水熱	22.7
幕張新都心	千葉県	温水, 冷水, 蒸気	下水処理排熱	48.9
シーサイドももち	福岡県	温水, 冷水	海水熱	35.0
千葉問屋町	千葉県	温水, 冷水, 蒸気	中水	4.4
後楽1丁目	東京都	温水, 冷水	生下水熱	21.6
天満橋1丁目	大阪府	温水, 冷水, 蒸気	河川水熱	5.1
盛岡駅西口	岩手県	温水, 冷水	未処理下水熱 変圧器排熱	7.1
富山駅北	富山県	温水, 冷水	河川水熱	15.3
高松市番町	香川県	温水, 冷水	地下水, 下水	7.8
下川端再開発	福岡県	温水, 冷水, 蒸気	中水	2.2

キーワード 水温上昇, 上昇熱量, 下水排水, 河川水エネルギー, 有効利用

連絡先 〒274-8501 千葉県船橋市習志野台 7-24-1 日本大学理工学部社会交通工学科 TEL 047-469-5523

3. 荒川下流部における下水排水に起因する水温上昇量の推定

荒川下流部において、人工排熱である下水処理水の流入による上昇熱量を新たな河川水エネルギーとして利用するためには、下水処理水の流入による河川水温の上昇温度を明らかにする必要がある。これについては著者がこれまでに1次元水・熱輸送統合モデルを用いて数値解析を行ってきた²⁾。図-2は1998年から2000年の3年間の荒川における河川水温の実測値と下水処理水の流入の有無に対する各計算値である。下水処理水の流入がある場合の河川水温の計算結果は、精度良く実測値を再現できていることが確認できる。また図-3は下水処理水の流入有無による水温差を示している。すなわち、図-3は下水処理水の流入による上昇温度である。下水処理水による河川水温は特に冬期に最大で2℃以上の上昇が確認できる。

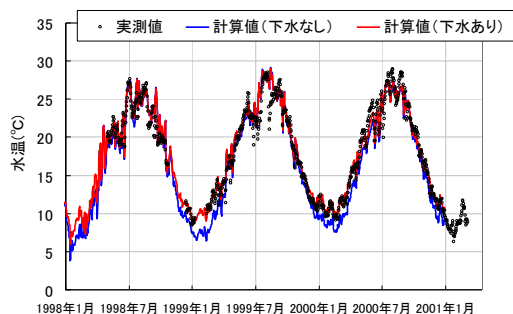


図-2 荒川における水温の再現計算結果

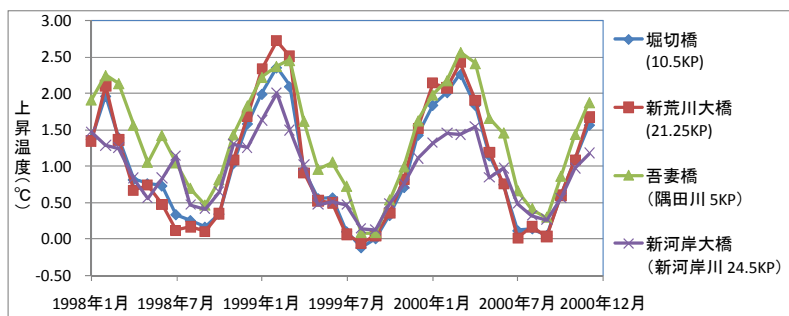


図-3 荒川における下水処理水による水温上昇量

4. 荒川下流部における上昇熱量のエネルギー利用の可能性

荒川下流部において河川水エネルギー利用の可能性を現実的に検討するために、河川内のエネルギー賦存量と上昇熱量を明らかにした。利用温度差を5℃として算出したエネルギー賦存量を図-4に示す。このエネルギー賦存量は全流量から算出している。現実的にはその全てを利用することは不可能であり、実際に河川水の熱を利用する際には利用可能流量を設定して算出する必要がある。図-5は人工排熱による上昇熱量であり、新たに利用可能な熱量である。下水処理水による水温上昇と同様に上昇熱量は冬期に顕著であり、その値は水路式水力発電等による発熱量と同程度である。さらにこの熱量によるエネルギー利用は、人工排熱による熱環境変化に対する抑制効果となる。

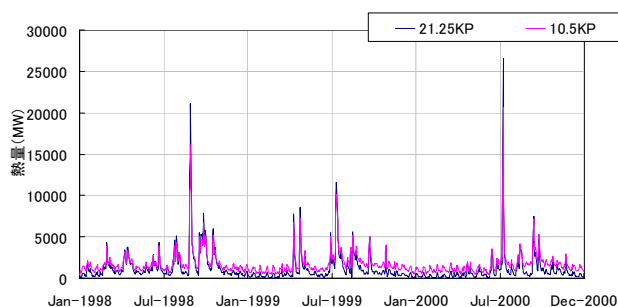


図-4 荒川下流部におけるエネルギー賦存量

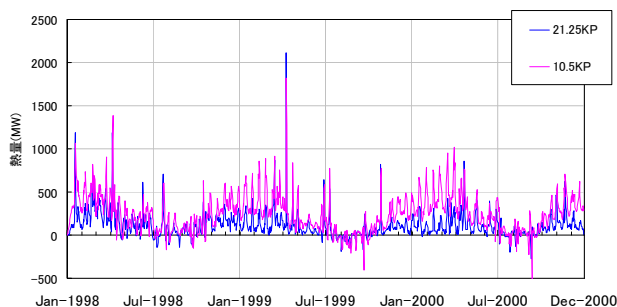


図-5 荒川下流部における下水処理水による上昇熱量

5. まとめ

本稿では都市排熱による水温上昇を対象としたエネルギーシステムの導入による有効利用の可能性について、荒川下流部を対象とした検討を行った。その結果、人工排熱による河川内の上昇熱量は冬期に顕著で、今後のエネルギー利用として十分な熱量であることに加え、エネルギー利用が人工排熱による熱環境変化の抑制になることが明らかになった。

参考文献

- 1) T. Kinouchi, M. Miyamoto and H. Yagi: Increase in stream temperature related to anthropogenic heat input from urban wastewater, Journal of Hydrology, Vol.50 Issues 1-2, pp.1069-1074, 2007
- 2) 宮本守, 木内豪: 感潮域における都市河川の水・熱輸送特性と下水処理水が河川水温に与える影響, 水文・水資源学会誌, 第20巻, pp. 291-302, 2007