

ワンドにおける水温変動に関する研究

中部大学 ○藤田晶子 山崎美彦
中部大学 正会員 武田 誠
四日市大学 正会員 木村一郎
中部大学 フェロー 松尾直規

1. はじめに

ワンドは、魚類の成育や洪水時の避難場としての機能だけでなく、水質改善効果や人々の憩いの場としての価値が認められている。木曽川中流域では、ケレップ水制による大規模なワンド群が形成されているが、『多自然型川づくり』に代表される河川整備事業の1つの成功例としてこの木曽川水制群をとらえ、その水理、水質現象について検討することは、今後の河川整備において重要な資料を提供することになるであろう。本研究では、これまでに行なわれた水温および水深の時間変化の観測結果をまとめ、木曽川ワンドにおける水温変動を表現するための数値解析モデルの開発を目指し、モデル領域における検討を行った。

2. 現地観測

本研究では、図1に示す木曽川河口から18.8kmの右岸に位置するワンドを対象とした。このワンドにおいて平成13年9月17日15:00～19日15:00に、図2のように深度計、水温計（アレック電子社製 Compact-TD, MDS-MkV/D, T）を設置し、表層、表層下1m、底層の1分ごとの水温と水深を計測した。図3に観測日の気象条件として名古屋地方気象台で観測された気温、日射量の時間変化と、観測により得られたワンド奥部、中央部、開口部の各地点における水温と水深の時間変化を示す。ワンド奥部の表層では、下げ潮から干潮の間に急激な水温低下が見られる。これは、底層では伏流水の影響を受けていると考えられ、干潮時には水深が浅くなるため表層水は底層水の影響を受けやすくなり混合が促進されて水温が低下したものと考えられる。また、ワンド中央部の表層の水温は日射の影響を強く受け日中はその影響に依存する変動を示し、夜間は水温が低下している。一方、底層の水温

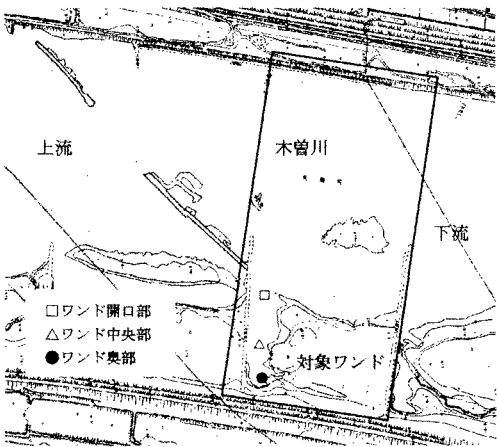
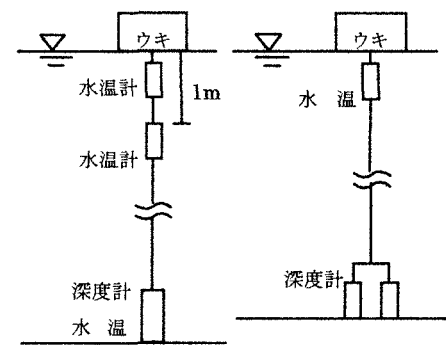


図1 木曽川 18.8km 地点付近の地形図



(a)ワンド開口部、中央部 (b)ワンド奥部

図2 観測装置の設置状況

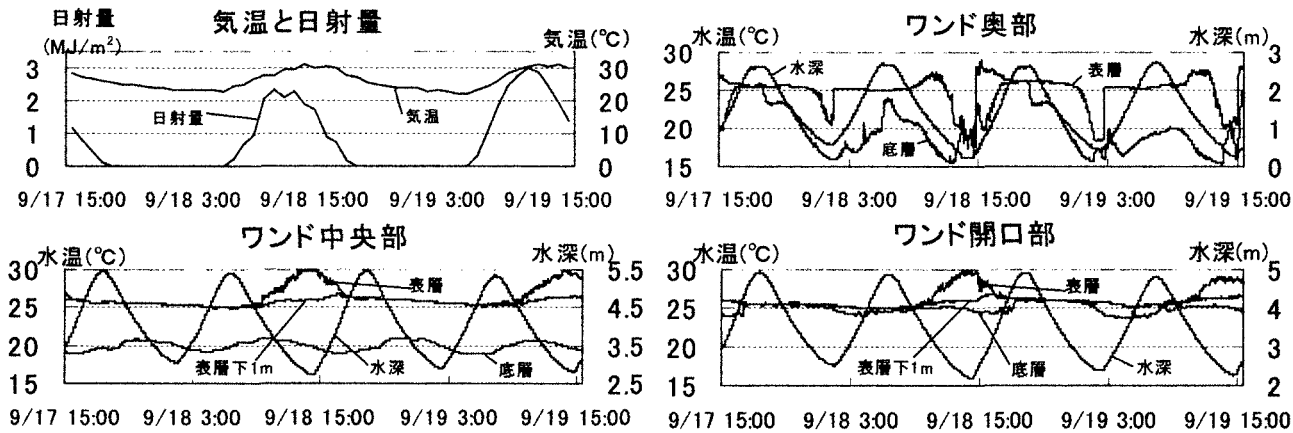


図3 現地観測結果（水温の時間変化）

は日射の影響をあまり受けず低い値を示しており、成層が形成されている。さらに、伏流水の影響と思われる水温変動があり、その変動の周期はおおよそ潮汐の周期と類似していることが分かる。また、ワンド開口部の水温変動は、ワンド中央部のそれと同様であるが、底層における低水温層が見られない結果となった。

3. 数値解析

3.1 数値解析モデル 本川およびワンド内の解析に用いた支配方程式は、水の連続式、運動方程式、水温の収支式である。また、土砂内においてもダルシー則、連続式により水の輸送を再現した。ただし、土砂内の水温変化のモデル化は考慮しておらず、水域との境界ではダルシー則で計算された流速により土砂内の一定水温が水域に流入する。さらに、対象としたワンドが潮汐変動の影響を受け 2m 以上の水位差が生じるため、ワンド内で表層層厚の最小値が基準層厚の 1.6 倍の場合は表層を 1 つ増やし、0.4 倍の場合は表層を 1 つ減らす操作を行った。堆積土砂内の窪み部（水溜り）や地下水の表層でも上記の操作を行っている。

3.2 計算領域および計算条件 木曽川ワンド 18.8km 地点の地形や水深を図 4 のようにモデル化した。格子幅は、x 方向 20m、y 方向 20m、z 方向 0.25m である。計算は夏季を対象として、平成 13 年 9 月 7 日 1:00～平成 13 年 9 月 19 日 16:00 における名古屋地方気象台で観測された気象データを用いた。ここでは定性的な傾向を検討するために、河川上流端の流入流量は $100.0\text{m}^3/\text{s}$ 、流入水温は 26.0°C 、土砂内水温は 19°C と仮定した。また、下流端境界条件には潮汐変動を考慮して振幅 1.0m 周期 12 時間の正弦波を与えた。

3.3 解析結果及び考察 数値解析結果は、実際に現地観測を行った平成 13 年 9 月 17 日 15:00～平成 13 年 9 月 19 日 15:00 の①～③地点での水温と水深を図 5 に示した。本図から、ワンド中央部において表層と底層に大きな水温差が生じており、その変動も異なり、底層の水温変動は潮汐変動との間に位相差が生じている。これは観測結果にも見られた現象である。ただし、奥部、中央部、開口部ともに水深の低下に伴い表層と底層の混合が強まり、両者がほぼ等しい水温値となった。これは、実際よりも解析におけるワンド内の混合が強いと思われるため、今後、渦動拡散係数、数値拡散、格子スケールについて検討する必要がある。

4. おわりに

本研究では、木曽川下流域 18.8km 地点のワンドを対象として、現地観測や数値解析からワンド内の水温構造の検討を行った。現地観測結果から、ワンド中央部底層の窪み部には低温水域があり成層が発達していることが分かった。紙面の都合上示していないが、ワンド中央部底層では溶存酸素の低下が観測されたことから、今後、水温構造の詳細な検討と共に水質についても十分に検討する必要がある。

【参考文献】

- 1) 木村一郎他：平成 12 年度河川懇談会共同研究「ワンドの水理特性と河川環境」研究成果報告書，2000。
- 2) 岩佐義朗編者：数値水理学，丸善，1995。

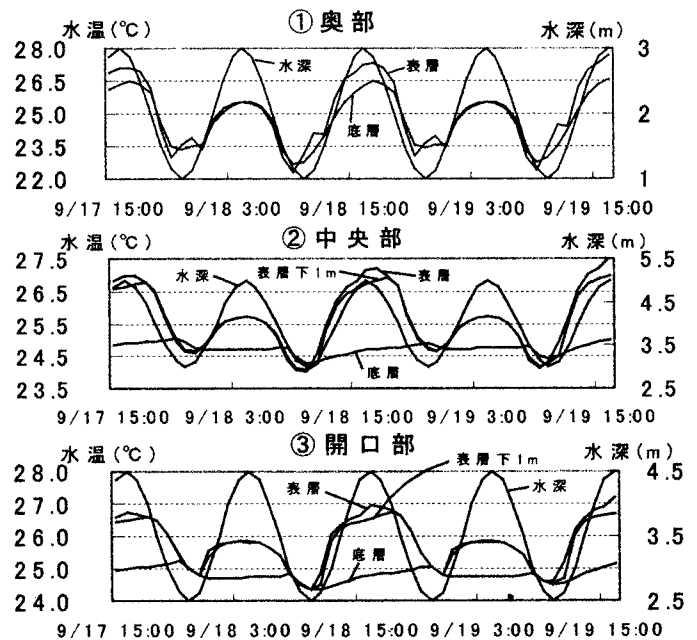
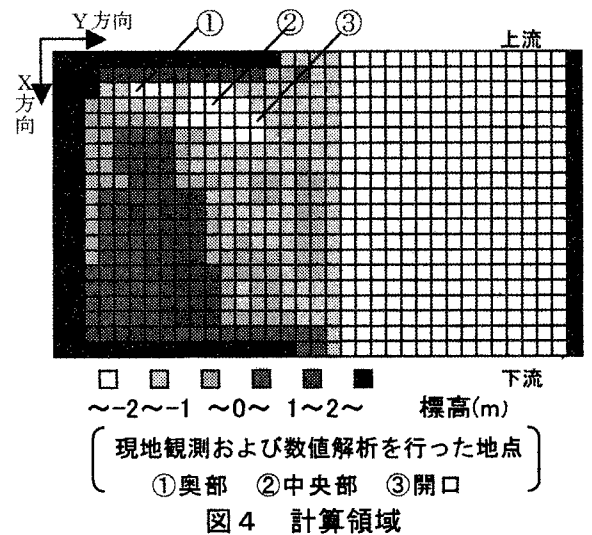


図 5 数値解析結果（水温の時間変化）