

II-363 湖水の強制循環に伴う水温変化と湖流速測定結果

東亜建設工業(株) 正会員 ○鈴木秀男
 東亜建設工業(株) 正会員 村瀬 暁
 東北大学工学部 正会員 佐藤敦久

はじめに

湖水の強制曝気循環はその効果が湖水質全般に及び、生態系をはじめ、底泥からの内部負荷軽減などにも良い影響を及ぼし、それらが湖水の流れ特性と密接に係わっていることからその効果予測は難しいものとなっている。従って本工法を十分に活用するためには、水質改善の機構について検討し、その定量的な大きさを求めることと同時に、湖水の流れ特性に関する情報を知ることも重要になってくることはいうまでもない。一方、強制曝気循環法による湖水質改善の試みは、日本に限っても近年盛んに行われるようになってきており、その効果は様々な形で報告されるようになってきた。しかし、その詳細について検討を加えている報告はほとんどない。特に強制曝気循環を取り入れた湖の物質収支の変化や生態系に与える影響を考えていく上で、非常に重要な役割を担う流れ特性について報告された例を探すことは難しい。本報告は流れ特性の測定結果を報告するとともに、流れの影響を大きく受ける水温鉛直分布の季節変化についても報告し、湖水の強制曝気循環に伴う水質改善効果を考えていく際の一助とせんとするものである。

調査対象湖及び調査方法

調査対象湖は千葉県館山市に在する作名ダムで、館山市の上水専用ダムとして供せられている。表面積0.85km²、最大水深18m、有効貯水量59万m³の小さなダムである。同ダムでは1981年6月以来直径30cm長さ8mの曝気装置2基による強制曝気循環が行われてきている。調査は強制曝気循環装置(以下装置と称する)設置直前から運転開始直後にあたる1981年6~7月、及び1985年7月、1985年12月の計3回行った。なお、梅雨にあたる6月は水温躍層が緩やかに発達していく時期に、梅雨明けの7月は強い水温躍層形成期に、12

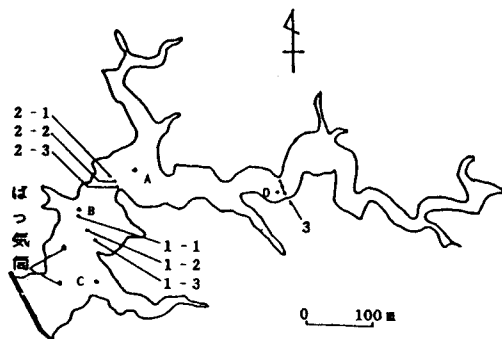


図-1 作名ダム

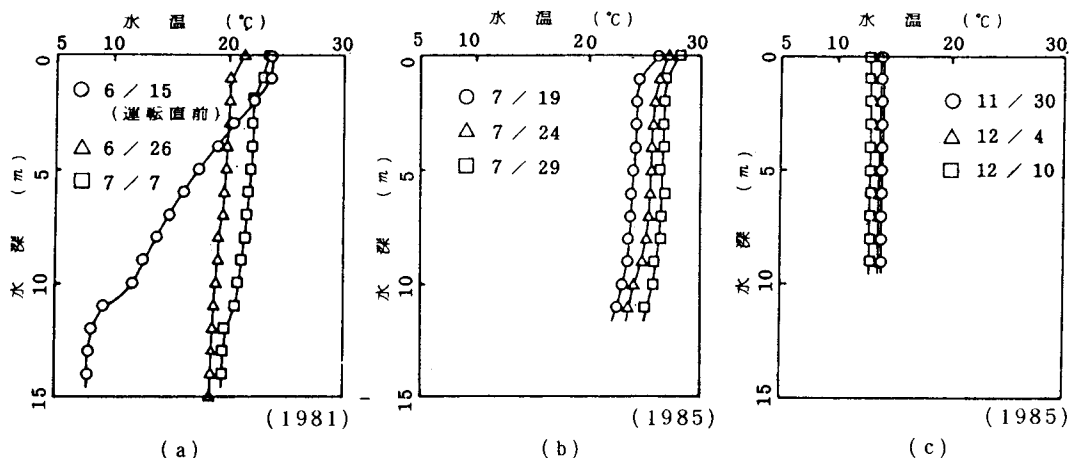


図-2 作名ダム 水温鉛直分布

月は秋期循環期に相当している。調査地点は図1に示すA～Dが水質調査点、1～3が流れ測定点である。水温はサーミスタ温度計を用いて測定し、流速・流向電気流速計(東邦電探CM-2SA)を用いて測定した。なお、流れ測定では湖岸から船の2～3方向にロープを張り、船の動きを封じた。

観測結果と考察

装置設置直前の6月15日及び運転開始10日後の6月26日、21日目にあたる7月7日の図1中A点での水温鉛直分布を図2-aに示す。運転開始前には表層と深水層との間に約16℃の水温差があるものの表層近くに明確な水温躍層は形成されておらず、水温は深さ方向に徐々に低くなる傾向を示していた。運転開始10日目には表層2m以浅とそれよりも深いところとでは約2℃の温度差が認められたものの、2mから深水層までの温度差はほとんどなく強制循環の効果が明確に表れていることが認められた。一方気温はそれぞれ22.0℃、23.5℃、29.8℃と7月7日に向けて上昇していた。21日目にあたる7月7日も全体的には10日目の傾向と似ているものの、9m以深ではわずかに温度差が認められた。また10日目に対する水温の上昇は9m以浅ではほとんど平行移動しているのに比べ、それよりも深い層では水温上昇の遅れが目立った。このことは梅雨明け後の急激なダムの貯熱量の増加に対して循環の強さが不足がちとなったこと、特に底層部においてその傾向が強かったことを示唆している。このような水温鉛直分布の変化はD点においてもA点とほとんど同じ様相を呈していた。1985年7月に行った観測結果を図2-bに示す。観測期間中は連日30℃を越え、雲のない快晴が続いていた。この期間中の水温鉛直分布は1981年7月7日の鉛直分布と似たものだった。すなわち表層と底層部において水温差が認められ、その間はほぼ一様な水温分布を示していた。7月19日から29日にかけて水温は全体的に上昇していくが、底層部での水温上昇の遅れが目立った。一方図2-cに示した秋期循環期にあたる11月～12月の観測結果は、水温の変化が表層から底層部まで一様なことを示している。このように湖を強制曝気循環させた場合、装置に要求される能力は季節的に異なってくるのがわかった。ここでは水温以外の水質に詳しく触れることはできないが、夏期にわずかな水温鉛直分布の違いが認められ時、他の水質にも鉛直分布が生じていたことは興味深かった。

湖水の強制曝気循環の効果は、溶存酸素の供給による無酸素層の形成防止だけでなく、植物プランクトンの増殖抑制効果を合わせ持つことも報告されている。これは特にラン藻類に顕著に認められ、その理由として曝気装置によって生じる湖水の大循環に伴う光条件の変化、すなわち無光層の長時間滞留に起因する増殖抑制が原因であろうといわれている。この光条件説を検討するためにも、また湖内での物質収支を考えていく上にも流れ特性を知ることは意義深いと考えられる。このような背景から行った流れ特性の観測結果を表1に示す。作名ダムでは湖内流速は2.4～8.3m/sec(約86～30m/h)の範囲であり、これは漂流板を用いて測定した夏期～秋期の釜房湖(宮城県、表面積2.6km²)の0m:150～200m/h、4m以深:20m/hに比べかなり大きな値(約10倍程度)となっていた。しかし、流向は湖水大循環を裏付けるものではなかった。おわりに

一連の観測結果から

- (1) 湖水の強制曝気循環装置に求められる循環能力は季節によって異なり、急激に水温が上昇する時期にはより強い循環が要求される。
- (2) 湖内流速は水深方向全般にわたって大きかったが、その方向について一定の規則性は見出せなかった。などの知見を得ることができた。

表-1 作名ダム流速分布(1985.7.25)

POINT	水深 (m)	流速 (cm/S)	方向 (度)	POINT	水深 (m)	流速 (cm/S)	方向 (度)	
1-1	1	2.9	90 →	2-1	1	3.3	120 ↘	
	3	3.5	90 →		3	4.0	310 ↘	
	5	2.4	300 ↘		5	2.4	350 ↘	
	7	4.7	0 ↑		7	4.5	0 ↑	
	9	7.6	200 ↘		9	3.1	0 ↑	
	115	3.5	100 →		10	3.8	100 →	
1-2	1	8.3	240 ↘	2-2	1	6.5	150 ↘	
	3	5.1	30 ↘		3	4.9	230 ↘	
	5	4.7	300 ↘		5	2.6	0 ↑	
	7	4.2	120 ↘		7	2.9	0 ↑	
	9	5.6	310 ↘		9	2.4	0 ↑	
	10	4.0	310 ↘		11	4.2	0 ↑	
1-3	1	6.0	90 →	2-3	1	4.2	180 ↓	
	3	4.7	90 →		3	4.7	210 ↓	
	5	7.6	0 ↑		5	3.3	0 ↑	
	7	4.9	0 ↑		7	2.4	150 ↓	
	9	5.6	0 ↑		9	4.7	90 →	
	11	4.5	70 ↘					
	13	7.4	120 ↘					
	15	4.5	10 ↑					
	17	4.5	140 ↘					
						155		

(方向は北を0度、右回り)