

底層溶存酸素量と生物種の関連性の調査

(第1報)

Investigation of relevance between bottom layer dissolved oxygen concentration and species

佐藤 優 福地 信一 郷右近 順子 佐藤 重人

Yu SATOH, Shinichi FUKUCHI, Junko GOUKON, Shigeto SATOH

近年の貧酸素水塊による水産業被害等を懸念し、平成28年3月に海域及び湖沼における底層溶存酸素量が環境基準化された。この貧酸素水塊は閉鎖性水域で好発することが知られていることから、将来的に県が類型指定を行う際の予備的先行調査として県内最大の内陸湖沼である長沼に着目し、多項目水質計を用いた底層溶存酸素量の調査及び採水による水質分析を行い、夏季の下流域にて貧酸素を呈する場所があることを確認した。

また、併せて長沼に生息する魚種について文献及びアンケートによる調査を実施し、現在までに長沼には40種の魚種が生息しており、うち10種がここ10年で姿を消したことがわかった。

しかしながら、現状では生息魚種個別の貧酸素耐性値についての知見が少なく、底層DOの現況値から保全対象種を選定することが困難であるため、底層溶存酸素量に係る類型指定の際には、さらなる知見の収集が必要である。

キーワード：底層溶存酸素量；環境基準；内陸湖沼；生息魚種

Key words : bottom DO concentration ; environmental criteria ; Inland lakes ; Inhabiting fish species,

1 はじめに

底層溶存酸素（以下底層DO）量は、底層付近の溶存酸素の量であり、この底層DOが低下すると底層生物のへい死や青潮などが起こるほか、底質からの金属溶出などによる水道着色などを引き起こす。

このDOの低下は水の循環がおこりにくい夏季閉鎖性水域底層にて多発し、多様な被害をもたらす水域の重大な課題となっている。¹⁾

環境省では上記及び現在の環境基準項目が生物の生息環境が良好であるかを必ずしも十分に表しきれていないことなどから、「魚介類等の水生生物の生息・再生産や海藻草類等の水生植物の生息に対して直接的な影響を判断できる指標」の導入の考え方に基づき、底層DOの環境基準を平成28年3月に導入した²⁾。

この底層DOの環境基準化により、地方自治体は個別に類型指定を行う必要がある。

当所では類型指定に先行した水質の現況値を把握するため、平成28年度より県内内陸湖沼の調査を行うこととし、現地水質調査並びに生息魚種についての文献及びアンケートによる調査を行った。

2 調査概要

本研究では、宮城県内の内陸湖沼のうち、既にCOD等の生活環境項目の類型指定がなされている12湖沼から代表的な自然由来湖沼である長沼を選定し、調査を行った。

＜対象湖沼・長沼について＞

水深は1～3mと浅く、河川流入も少ないため恒常的に

高COD値を呈している。平成26年にダム化され、洪水調節として用いられる他、2000mの漕艇競技コースが常設されている。

2.1 現地水質調査

2.1.1 調査日程

貧酸素の原因となる水温躍層が形成されやすい夏季（7月28日）、躍層が解消される秋季（10月17日）³⁾に実施した。（春季調査は平成29年度に実施）

2.1.2 調査地点

沼を200mメッシュで区切り、上流部、中央部（漕艇場）、下流部（環境基準点）を基点として測定地点を選定した（21地点）。なお、主に沼内のハスが繁茂している地点は調査船が立ち入れないため調査対象外とした。（図1）

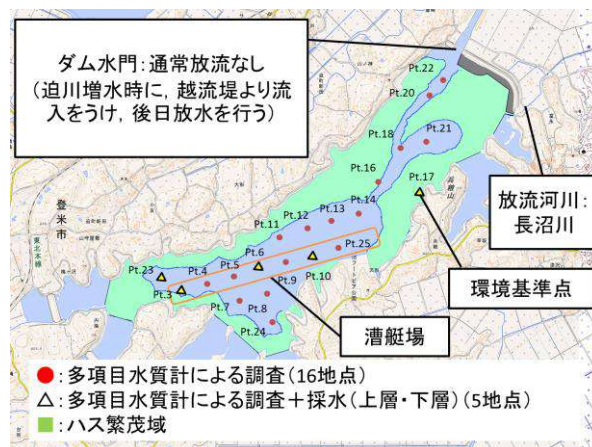


図1 長沼測定地点

2.1.3 調査方法

船上より各調査地点で多項目水質計を吊下し、水質（DO, pH, chl-a, EC, ORP, 水深, 濁度, 水温）の鉛直分布調査を行った。多項目水質計は、「HydroLAB Datasonde 5」を用い、各地点での測定結果を平面・断面図解析ソフトウェア「HydroGraph2」を用いた底層濃度分布図及び沼内を図2の点線にて縦断した断面解析図を作成した。



図2 長沼断面線

なお、上流部、中流部、下流部にて併せて採水（上層・下層）を実施し、各種水質分析（各態窒素、リン酸態リン、全窒素、全リン、全鉄、全マンガン、COD、SS）を行った。

2.2 生息魚種についての文献調査とアンケート

平成18年に宮城県内水面水産試験場がとりまとめた資料⁶⁾を参考に独自の調査票を作成し、現在から10年程度前までの魚類生息状況について長沼を所管する関係部局、自治体、漁協、有識者へのアンケート調査を実施した。

併せて、環境省の資料⁷⁾より魚種別の貧酸素耐性値についてとりまとめを行った。

なお、貧酸素状態の判定は、新規基準の類型生物1相当のDO値4.0mg/L未満⁴⁾とした。

3 結果及び考察

3.1 現地水質調査

3.1.1 夏季水質測定結果

各地点での測定データより底層DO濃度の分布を解析したところ、湖内全域で酸素濃度の顕著な低下は見られなかったものの、下流域にて、周囲よりも濃度が低下している地点が確認された。（図3）

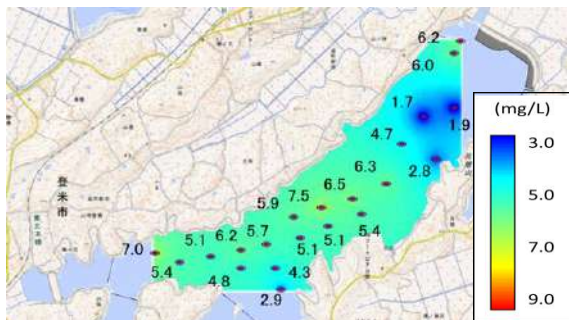


図3 夏季底層溶存酸素濃度分布 (mg/L)

このDOが顕著に低い地点では、クロロフィル濃度が

他地点(13.2~23.6 $\mu\text{g/L}$)に比べて低く(4.6~8.0 $\mu\text{g/L}$)になっており、光合成による酸素生成が他地点よりも少なくなっていることが考えられた。（図4）

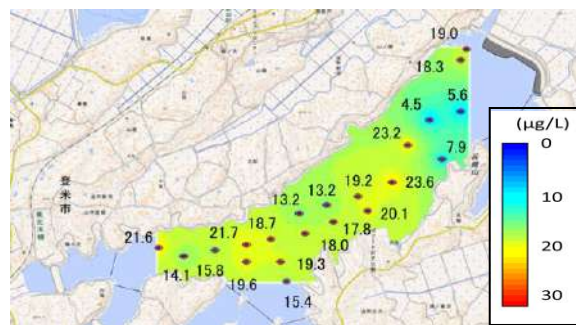


図4 夏季クロロフィルa濃度分布 ($\mu\text{g/L}$)

他の測定項目ではDO値との関連は見られなかった。沼内の断面解析図を図5~図7に示した。

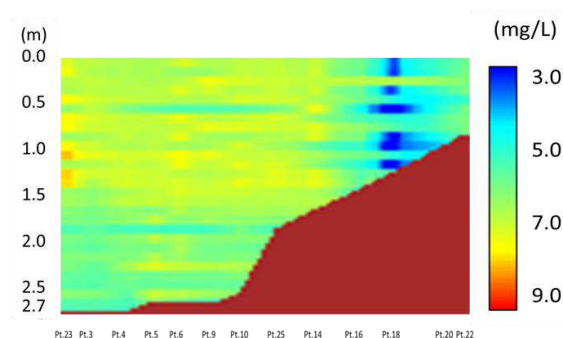


図5 夏季DO濃度断面解析図

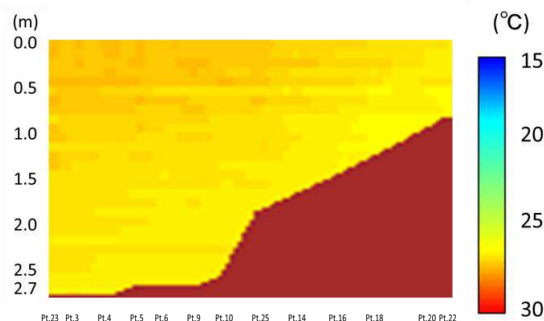


図6 夏季水温断面解析図

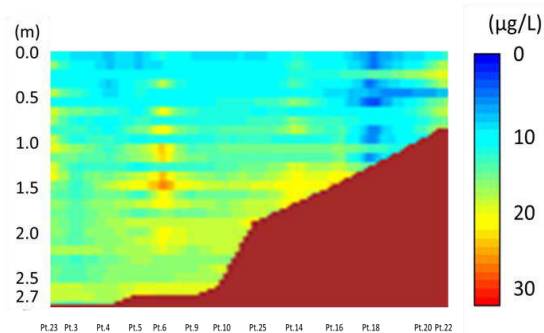


図7 夏季クロロフィルa濃度断面解析図

断面解析より、長沼においては水温躍層の形成がないこと及び、DO及びクロロフィルaは底層だけでなく表層まで濃度の低下を起こしていたことがわかった。

近隣に存在する自然湖沼である伊豆沼における研究⁸⁾

では、繁茂するハスの下では DO が 0 付近まで低下することが報告されている。

DO の低下の見られた地点は周囲をハスに囲まれており、低 DO の水が近隣に存在すると思われる。

このことから、DO の低下は沼内に繁茂するハスや、近隣の汚濁源といった沼の立地や地形、周辺環境からの影響によるものと考えられた。

3.1.2 秋季水質測定結果

秋季調査における底層 DO は、夏季と比べて沼内全域で上昇しており、1 地点を除き貧酸素状態は改善されていた。(図 8)

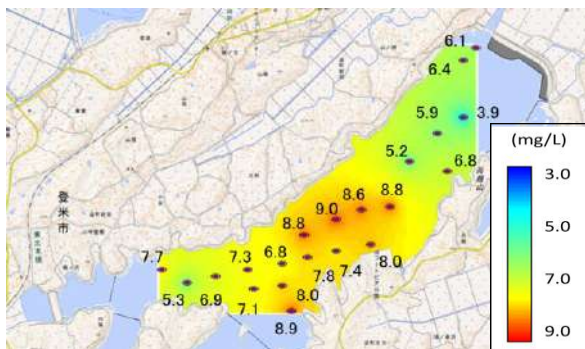


図 8 秋季底層溶解酸素濃度分布 (mg/L)

また、秋季における底層のクロロフィル a の濃度は全域で夏季に比べて高い値を示していた。(図 9)

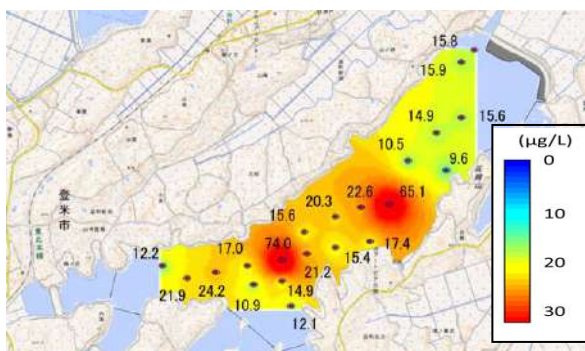


図 9 秋季底層クロロフィル a 濃度分布 (µg/L)

なお、夏季同様に断面解析を行った。(図 10~12)

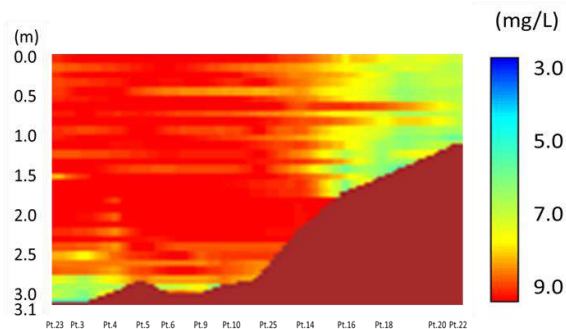


図 10 秋季 DO 濃度断面解析図

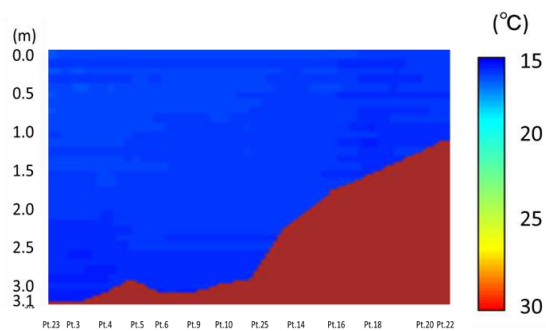


図 11 秋季水温断面解析図

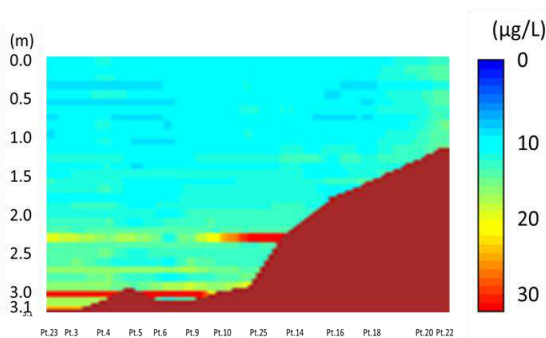


図 12 秋季クロロフィル a 濃度断面解析図

断面解析により、夏季同様に躍層形成が起こっていないことを確認したほか、夏季に底層から表層まで地点特異的に起こっていた DO、クロロフィル a の濃度減少は改善されていたことがわかった。

3.2 水質分析

採水を行った全地点で夏季、秋季ともに上層の COD 値が 7.2~8.6mg/L と環境基準(5mg/L)を超えていたが、他の項目では特に異常な値は見られず、季節間の変動も顕著な変化は確認できなかった。

水質について沼内上流部、中流部、下流部で水質に大きな差はなく、沼内全体がほぼ同一な水質となっていた。

これは長沼へ流入する河川及び流出していく水量が少ないために、沼内の水の流れが少ないためと考えられた。

(表 1)

表1 長沼水質分析結果

地点名	Pt.3(上流)				Pt.10(中流)				Pt.17(下流)(環境基準点)			
	上層		下層		上層		下層		上層		下層	
	夏季	秋季	夏季	秋季	夏季	秋季	夏季	秋季	夏季	秋季	夏季	秋季
採取水深(m)	0	0	2.1	2.5	0	0	2.3	2.2	0	0	0.5	0.8
全水深(m)	2.6	3.1	2.6	3.1	2.8	3	2.8	3	1	1.3	1	1.3
pH	7.71	7.43	7.66	7.31	7.9	7.54	7.71	7.49	7.29	7.43	7.11	7.38
COD(mg/L)	8.6	7.7	8.2	8.2	8.1	7.5	9.3	8.6	7.3	7.4	7.4	10.0
CODろ液(mg/L)	7.1	6.4	6.7	6.6	6.8	6.4	6.7	6.5	6.2	6.6	6.3	7.8
SS(mg/L)	12	4	13	16	6	4	19	11	3	3	7	9
T-N(mg/L)	0.65	0.61	0.65	0.75	0.55	0.62	0.91	0.76	0.56	0.53	0.54	0.90
T-Nろ液(mg/L)	0.46	0.43	0.44	0.53	0.44	0.41	0.44	0.42	0.40	0.41	0.41	0.42
T-P(mg/L)	0.056	0.040	0.057	0.068	0.042	0.040	0.105	0.072	0.047	0.034	0.045	0.091
T-Pろ液(mg/L)	0.020	0.019	0.019	0.022	0.020	0.016	0.021	0.018	0.020	0.016	0.022	0.026
NH ₄ -N(mg/L)	0.0000	0.0116	0.0000	0.0806	0.0000	0.0000	0.0000	0.0072	0.0000	0.0000	0.0232	0.0000
NO ₂ -N(mg/L)	0.0011	0.0008	0.0007	0.0033	0.0012	0.0006	0.0013	0.0007	0.0009	0.0005	0.001	0.0004
NO ₃ -N(mg/L)	0.0006	0.0004	0.0004	0.0208	0.0005	0.0005	0.0004	0.0006	0.0012	0.0010	0.0014	0.0000
PO ₄ -P(mg/L)	0.003	0.0012	0.002	0.0046	0.0025	0.0011	0.0026	0.0014	0.0025	0.001	0.0041	0.0034
電気伝導度(mS/m)	17.36	16.57	17.35	16.49	17.32	15.6	17.36	15.72	18.87	15.8	18.86	15.91
全鉄(mg/L)	0.62	0.24	0.59	0.80	0.40	0.29	0.68	0.42	0.42	0.18	0.53	0.27
全マンガン(mg/L)	0.21	0.12	0.19	0.29	0.28	0.17	0.42	0.24	0.24	0.10	0.25	0.10

3.3 生息魚種アンケート結果

回答されたアンケートを集計したところ、長沼には現在までに40種の魚種が生息していたことがわかった。

しかしながら、うち10種は最後に確認されたのが5年以上前であり、現在の長沼にて生息が確認できるのは30種となっていた事が明らかとなった。(表2)

表2 長沼生息魚種の確認時期と確認数

内訳		確認数				生息由来			
		群れを確認	複数匹を確認	単体で確認	不明	在来魚	移植魚	外来魚	
確認時期	1年以内	30	15	9	1	5	17	6	7
	5年以前	5	2	2	0	1	5	0	0
	10年以前	5	2	2	0	1	4	1	0
生息確認魚種数		40	19	13	1	7	26	7	7

この生息魚種の減少は、ダム化に伴う水質の変化や、外来魚による捕食などの影響が考えられた。

3.4 生息魚種と貧酸素耐性値について

アンケート調査にて生息が確認された魚種のうち、環境省から貧酸素耐性値が示されているものを表3にとりまとめた。

表3 判明している貧酸素耐性値と長沼の生息魚種

魚種	最終確認時期	確認数	貧酸素耐性値(mg/L)	相当類型	基準値(mg/L以上)
タモロコ	1年以内	群れを確認	3.0	生物2	3.0
カマツカ	1年以内	複数匹を確認	2.3	生物3	2.0
ウナギ	1年以内	複数匹を確認	1.6	-	-
モツゴ	1年以内	群れを確認	1.2	-	-
ドジョウ	1年以内	群れを確認	1.2	-	-

これにより、長沼には貧酸素への耐性値が低いタモロコのような魚も、ドジョウやモツゴのような耐性値が高い魚のどちらも過去一年以内にある程度数が確認されていることがわかった。

しかしながら現時点では長沼に生息した他の35種の耐性値の知見がないため、保全すべき対象種の選定は困難であった。

4 まとめ

1) 底層DOの新規環境基準化に係る類型指定に向け、

その予備的調査として県内最大の内陸湖沼である長沼について多項目水質計を用いた底層DO分布調査及び採水による水質分析を行った。

2) 調査は水域が貧酸素となりやすい夏季と解消する秋季の2回実施した。

3) 夏季に底層溶存酸素が周囲より低下している地点があった。

4) 採水を行った全地点でCODが環境基準(5mg/L)を上回ったものの、上層・下層、地点間、季節間で水質に大きな差はなかった。

5) 長沼には県内生息の淡水魚70種のうち40種が生息しており、貧酸素耐性値が高い魚、低い魚がともに生息していた。

6) 長沼に生息する魚種のうち、35種については貧酸素耐性値の知見がないため保全対象種の選定のためにはさらなる知見の収集が必要である。

7) 今後、底層DOの類型指定を行う際には本研究のデータも参考に、さらなる詳細調査が必要である。

参考文献

- 今後の閉鎖性海域対策を検討する上での論点整理：今後の閉鎖性海域対策に関する懇談会、環境省(2007)
- 水質汚濁に係る環境基準についての一部を改正する告示(平成28年環境省告示第37号)：環境省
- 丸茂恵右, 横田瑞郎: 海生研研報, 第15号 1-21(2012)
- 水質汚濁に係る生活環境の保全に関する環境基準の見直しについて：環境省
- 柳哲雄: 海の研究, 第13巻 15号(2004)
- みやぎの淡水魚：宮城県内水面水産試験場(2004)
- 底層溶存酸素量の目標設定の検討について(案)：環境省
- 安野 翔, 嶋田哲郎, 芦澤 淳, 星 雅俊, 藤本泰文, 菊地永祐: 伊豆沼・内沼研究報告 9号, 13-22 (2015)