

河北潟湖岸に生育するチクゴスズメノヒエ群落水面下の溶存酸素量の空間分布

永坂正夫

金沢星稜大学 人間科学部
〒920-8620 金沢市御所町丑10番地1

要約：河北潟調整池の湖岸に分布する外来種のチクゴスズメノヒエの浮島状群落を対象に，群落水面下の水温，pH，溶存酸素量，電気伝導率を測定した．正午前後の溶存酸素量は，群落外側の開水面よりも群落内側でより高い状態に保たれていることが明らかとなった．この予想外の溶存酸素量の空間分布について詳細な検討をおこない，チクゴスズメノヒエの匍匐枝や不定根に生育する付着藻類の光合成や，匍匐枝や不定根自体が持つ通気機能が関与している可能性を指摘した．

キーワード：チクゴスズメノヒエ，外来種，浮島群落，溶存酸素量，河北潟

はじめに

チクゴスズメノヒエ (*Paspalum distichum* L. var. *indutum*) は北米南部を原産とするイネ科の水生植物であり，水域に侵入すると水際から開水面に向けて匍匐枝を伸長し，次第に強固な浮き島状の群落を形成する (大隈, 1986)．このため，農業用水路では通水障害を引き起こし，池沼や河川においては在来の浮葉植物や沈水植物の生育空間を奪うなどの問題が生じる (高橋ほか, 2003; 2005)．石川県の河北潟では，既に1995年には調整池，東西の承水路，干拓地水路などでチクゴスズメノヒエの生育が確認されており (永坂, 1997)，2005年からは地域住民らによる共同除草活動もおこなわれてきた (高橋ほか, 2006)．

一般に繁茂した浮葉植物や沈水植物群落では，群落内部と周囲との水交換が低下し，また有機物の蓄積と分解が促進することで群落内部に貧酸素環境が形成される (Ultsch, 1973; Jonathan *et al.*, 1990; Takamura *et al.*, 2003)．チクゴスズメノヒエもまたその浮島状に広がる群落の占有面積が増加するに従って水域の貧酸素化が進行することが報告されており (千蔵ほか, 1982)，侵入先の水域において水生動物群集の生息に大きな影響を及ぼしていることが予想される．しかしながらチクゴスズメノヒエ群落に特徴的な浮島状の構造は，水位変動の激しい熱帯 亜

熱帯地方の氾濫原の環境に適応したものであり，ブラジルのアマゾン地域においては同属の *Paspalum repens* P.J.Bergius が大規模な浮島群落を作り出しているものの，地域的水生動物群集を特徴付ける重要な生息空間となっているという (Junk, 1973)．

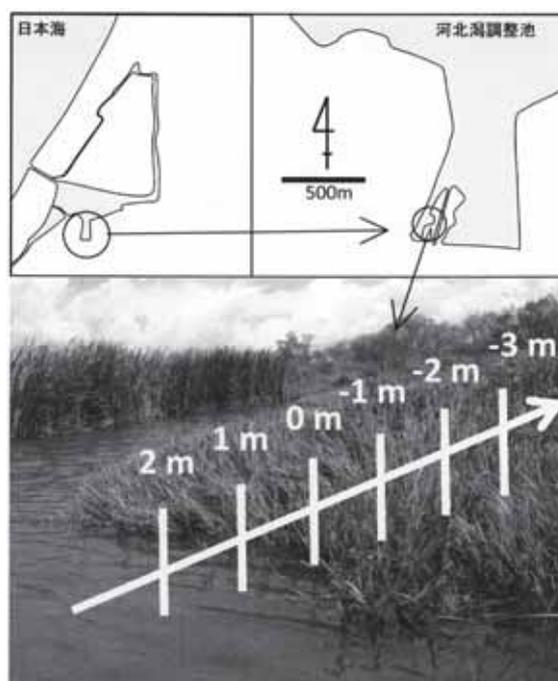


図1. 調査地．河北潟調整池の南岸湾入部に生育するチクゴスズメノヒエ群落を対象とし，沖側から1m間隔に測定点を設定した．

表1. チクゴスズメノヒエ群落, ヒメガマ群落における水温・pH・電気伝導率(EC)・溶存酸素量(DO)の測定結果.

地点 (m)	水深 (m)	2010.5.21 チクゴスズメノヒエ群落					2010.6.17 チクゴスズメノヒエ群落					2010.8.20 チクゴスズメノヒエ群落										
		水温 ()	pH	EC ($\mu\text{S cm}^{-1}$)	DO (mg l^{-1})	DO (mg l^{-1})	水温 ()	pH	EC ($\mu\text{S cm}^{-1}$)	DO (mg l^{-1})	DO (mg l^{-1})	水温 ()	pH	EC ($\mu\text{S cm}^{-1}$)	DO (mg l^{-1})	DO (mg l^{-1})						
2	0.0	19.0	7.7	153	7.0	7.3	19.8	7.7	155	7.3	24.7	7.1	130	5.3	25.7	7.2	142	5.4	31.5	8.0	206	8.0
	-0.1	19.0	7.7	153	7.0	7.3	19.8	7.7	155	7.3	24.7	7.0	130	5.3	25.7	7.1	140	5.4	30.4	8.0	206	7.5
	-0.2	19.0	7.7	153	7.0	7.3	19.7	7.7	155	7.3	24.7	7.0	130	5.3	25.6	7.1	140	5.4	30.1	7.8	206	5.9
	-0.3	19.0	7.6	153	7.0	7.3	19.7	7.7	155	7.3	24.6	7.0	130	5.2	25.6	7.1	140	5.3	29.6	6.9	203	5.9
	-0.4	19.0	7.4	154	7.0	7.3	19.7	7.7	155	7.3	24.6	7.0	130	5.3	25.5	7.1	139	5.3	29.6	7.3	201	5.9
	-0.5	19.0	7.5	154	6.9	7.3	19.7	7.6	155	7.3	24.4	7.0	130	5.2	25.3	7.0	139	5.3	29.6	7.3	201	5.8
	-0.6	19.0	7.6	154	6.9	7.3	19.7	7.4	155	7.3	24.5	7.0	130	5.2	25.2	6.7	138	5.2	29.5	7.4	201	5.8
	-0.7	19.0	7.6	154	7.0	7.4	19.7	7.5	155	7.4	24.4	7.0	130	5.2	25.1	6.7	138	5.2	29.3	7.4	201	5.7
	-0.8	18.9	7.7	154	7.0	7.5	19.7	7.5	155	7.5	24.4	7.0	130	5.2	25.0	6.7	138	5.2	29.2	7.4	201	5.7
	-0.9	19.0	7.8	157	6.9	0.0	19.6	7.0	208	0.0	24.4	6.7	129	5.2	24.5	6.8	176	3.4	29.2	7.5	201	5.7
	-1.0	18.9	7.0	214	0.0						24.3	6.6	129	5.2					29.2	7.5	200	5.7
	-1.1										24.2	6.7	131	4.3					29.2	7.5	200	5.7
	-1.2										23.8	6.7	151	0.0					29.1	7.2	219	0.1
1	0.0	19.2	7.6	154	7.1	7.3	19.7	7.7	153	7.3	25.6	7.1	131	5.9	25.6	7.1	139	5.4	31.1	7.7	204	7.6
	-0.1	19.1	7.6	154	7.0	7.3	19.7	7.7	153	7.3	25.1	7.1	132	5.5	25.7	7.0	139	5.4	31.4	7.9	208	7.9
	-0.2	19.1	7.6	154	7.0	7.3	19.7	7.7	153	7.3	25.0	7.0	132	5.5	25.6	7.0	139	5.4	30.5	7.8	209	6.2
	-0.3	19.1	7.5	154	7.0	7.3	19.7	7.7	153	7.3	25.0	7.0	133	5.4	25.6	6.9	139	5.4	29.8	7.6	205	5.9
	-0.4	19.1	7.4	154	7.0	7.3	19.7	7.6	154	7.3	24.8	7.0	134	5.3	25.5	6.6	139	5.4	29.6	7.5	202	5.9
	-0.5	19.1	7.5	154	7.0	7.3	19.7	7.5	154	7.3	24.5	7.0	133	5.2	25.4	6.7	139	5.3	29.5	7.5	202	5.9
	-0.6	19.1	7.6	154	7.0	7.4	19.7	7.4	154	7.3	24.5	7.0	133	5.2	25.4	6.7	138	5.2	29.5	7.5	201	5.8
	-0.7	19.1	7.6	154	7.0	7.4	19.7	7.5	154	7.4	24.5	6.9	133	5.2	25.1	6.8	138	5.2	29.4	7.6	201	5.8
	-0.8	19.1	7.6	154	7.0	7.4	19.7	7.6	154	7.4	24.4	6.6	133	5.2	25.1	6.9	137	5.2	29.3	7.6	201	5.7
	-0.9	19.1	7.7	154	7.0	1.5	19.4	7.1	160	1.5	24.8	6.6	133	5.2	24.5	6.8	159	4.9	29.2	7.6	201	5.7
	-1.0	19.0	7.0	178	0.2						24.6	6.7	133	5.2					29.2	7.6	201	5.7
	-1.1										24.2	6.7	136	5.0					29.2	7.6	200	5.7
	-1.2										23.8	6.73	156	0.8					29.2	7.4	211	5.7
0	0.0	19.3	7.6	154	7.1	7.4	19.9	7.7	153	7.4	25.7	7.1	132	5.8	26.0	7.1	138	5.5	31.1	7.8	205	8.2
	-0.1	19.3	7.6	154	7.1	7.4	19.9	7.7	153	7.4	25.4	7.1	132	5.6	26.0	7.1	138	5.5	30.9	7.9	207	6.7
	-0.2	19.3	7.6	154	7.0	7.4	19.8	7.7	153	7.4	25.3	7.1	132	5.5	25.9	7.0	139	5.4	30.2	7.8	206	6.2
	-0.3	19.3	7.6	154	7.0	7.4	19.9	7.7	153	7.4	25.1	7.0	133	5.4	25.8	7.0	139	5.4	29.8	7.6	204	5.9
	-0.4	19.2	7.4	154	7.0	7.4	19.8	7.8	153	7.4	25.3	7.0	133	5.3	25.3	6.6	138	5.3	29.6	7.6	203	5.9
	-0.5	19.2	7.4	154	7.0	7.3	19.8	7.6	153	7.3	24.7	7.0	133	5.2	25.2	6.7	138	5.2	29.5	7.6	203	5.9
	-0.6	19.2	7.5	154	7.0	7.4	19.8	7.4	153	7.4	24.6	7.0	133	5.2	25.1	6.9	138	5.2	29.5	7.6	202	5.9
	-0.7	19.1	7.6	154	7.0	7.0	19.8	7.3	161	7.0	24.5	6.9	133	5.2	25.1	6.9	137	5.2	29.4	7.6	202	5.8
	-0.8	19.1	7.6	154	7.0	0.5	19.4	6.9	174	0.5	24.5	6.5	133	5.2	24.9	6.9	146	4.5	29.3	7.6	202	5.7
	-0.9	19.1	7.7	154	7.1						24.5	6.7	133	5.2					29.3	7.6	202	5.7
	-1.0	19.0	7.1	170	0.0						24.4	6.7	133	5.2					29.3	7.6	201	5.7
	-1.1										24.3	6.8	133	5.0					29.3	7.6	201	5.7
	-1.2										24.3	6.8	133	5.0					29.2	7.4	205	5.4
-1	0.0	20.1	8.2	154	8.5	7.5	20.0	7.6	155	7.5	26.6	7.4	130	7.7	25.9	7.1	139	5.9	31.9	7.8	200	7.8
	-0.1	19.6	7.9	154	7.6	7.4	19.9	7.7	155	7.4	25.8	7.4	132	5.8	26.1	7.0	138	5.5	31.0	7.8	207	6.8
	-0.2	19.5	7.8	154	7.5	7.4	19.9	7.7	155	7.4	25.5	7.1	133	5.5	26.0	7.0	138	5.5	30.4	7.7	206	6.2
	-0.3	19.4	7.7	154	7.3	7.4	19.9	7.7	155	7.4	25.2	7.1	133	5.4	25.9	6.9	138	5.4	29.8	7.6	205	6.0

-0.4	194	7.6	154	7.2	19.9	7.7	155	7.4	24.9	7.0	133	5.3	25.4	6.6	138	5.3	29.6	7.6	203	5.9	
-0.5	193	7.4	154	7.1	19.9	7.6	155	7.4	24.8	7.0	133	5.3	25.3	6.7	138	5.2	29.5	7.6	203	5.8	
-0.6	193	7.4	154	7.1	19.9	7.3	159	6.8	24.7	7.0	133	5.3	25.2	6.7	138	5.1	29.5	7.6	202	5.8	
-0.7	193	7.5	154	7.1	19.8	7.0	168	0.6	24.6	6.8	134	5.3	25.1	6.7	138	4.9	29.4	7.6	202	5.8	
-0.8	193	7.6	154	7.1					24.6	6.6	133	5.2					29.4	7.6	202	5.8	
-0.9	192	7.6	155	7.2					24.5	6.7	133	5.2					29.4	7.6	201	5.7	
-1.0	192	7.7	155	7.2					24.5	6.8	133	5.1					29.3	7.6	201	5.7	
-1.1	191	7.0	181	0.0					24.2	6.8	141	4.1					29.3	7.6	201	5.7	
-1.2																	29.1	7.3	213	0.4	
-2	0.0	21.0	8.4	154	8.0	20.0	7.7	156	7.4	26.5	7.5	131	6.7	26.0	7.0	138	5.5	31.9	7.6	204	7.2
-0.1	20.4	8.2	155	7.6	20.0	7.7	157	7.5	26.3	7.2	133	5.7	25.9	7.0	139	5.4	31.6	7.7	206	6.6	
-0.2	19.8	7.9	154	7.5	20.0	7.7	156	7.5	25.8	7.1	134	5.6	25.8	7.0	139	5.3	30.5	7.6	205	5.9	
-0.3	19.7	7.8	154	7.4	20.0	7.7	156	7.4	25.5	7.0	134	5.5	25.4	6.9	139	5.3	29.9	7.5	203	5.7	
-0.4	19.6	7.8	154	7.3	19.9	7.7	157	7.4	25.3	7.1	135	5.3	25.4	6.6	139	5.3	29.7	7.5	203	5.6	
-0.5	19.5	7.6	154	7.2	19.9	7.5	157	7.4	25.1	7.0	136	5.3	25.3	6.7	138	5.1	29.7	7.5	202	5.5	
-0.6	19.5	7.4	154	7.2	19.9	7.1	162	1.6	25.0	7.0	136	5.2	25.1	6.7	140	4.0	29.6	7.5	202	5.4	
-0.7	19.4	7.5	155	7.1					24.9	6.6	136	5.2					29.5	7.5	201	5.7	
-0.8	19.4	7.5	155	7.1					24.8	6.7	136	5.2					29.4	7.5	201	5.7	
-0.9	19.4	7.6	155	7.1					24.7	6.7	136	5.1					29.4	7.5	201	5.7	
-1.0	19.4	7.7	155	7.1					24.6	6.8	135	5.1					29.4	7.5	201	5.7	
-1.1	19.2	7.7	158	7.0					24.4	6.9	135	4.9					29.4	7.5	201	5.7	
-1.2																	29.3	7.4	210	0.1	
-3	0.0	22.1	8.3	151	9.2	20.2	7.6	152	7.6	26.5	7.4	132	7.3	25.9	7.2	139	5.7	32.7	7.7	203	8.0
-0.1	20.3	8.2	155	7.7	20.2	7.7	157	7.6	26.1	7.3	134	6.3	25.9	7.1	140	5.5	31.2	7.7	206	5.3	
-0.2	19.8	8.0	154	7.4	20.1	7.7	156	7.6	25.8	7.2	135	5.6	25.7	7.0	141	5.5	30.3	7.5	204	5.2	
-0.3	19.6	7.8	154	7.3	20.1	7.7	156	7.6	25.3	7.1	136	5.4	25.6	6.9	141	5.4	30.1	7.5	203	5.2	
-0.4	19.5	7.8	154	7.3	20.0	7.7	157	7.6	25.1	7.0	136	5.3	25.5	6.6	141	5.3	30.0	7.4	203	5.2	
-0.5	19.5	7.7	154	7.3	20.0	7.5	157	7.6	25.0	7.0	137	5.3	25.4	6.7	141	5.2	29.8	7.4	202	5.5	
-0.6	19.5	7.5	154	7.2	20.1	6.9	158	0.2	24.9	6.9	137	5.2	25.3	6.7	141	5.0	29.7	7.4	201	5.5	
-0.7	19.5	7.5	154	7.2					24.9	6.7	137	5.2					29.6	7.5	201	5.7	
-0.8	19.4	7.5	155	7.2					24.8	6.7	137	5.2					29.6	7.5	201	5.8	
-0.9	19.4	7.6	154	7.2					24.8	6.8	136	5.2					29.6	7.5	201	5.8	
-1.0	19.4	7.7	155	7.2					24.7	6.8	136	5.2					29.6	7.5	201	5.7	
-1.1	19.3	7.7	154	7.2					24.7	6.8	136	5.2					29.6	7.5	201	5.7	
-1.2	19.3	7.8	154	7.2					24.4	6.8	138	4.2					29.5	7.5	217	5.3	
-4	0.0	22.0	8.7	149	9.8	20.3	7.7	154	7.6	26.8	7.5	131	9.1	25.7	7.1	141	5.5	31.7	7.8	202	8.9
-0.1	20.4	8.5	151	8.7	20.2	7.8	154	7.6	26.4	7.3	135	6.2	25.7	7.0	141	5.4	31.6	7.8	206	6.7	
-0.2	20.5	8.3	152	7.5	20.2	7.7	154	7.6	25.5	7.1	136	5.7	25.6	6.9	142	5.4	30.8	7.6	205	5.9	
-0.3	19.8	7.8	152	7.5	20.1	7.7	154	7.6	25.3	7.1	136	5.4	25.5	6.7	142	5.3	30.0	7.3	203	5.6	
-0.4	19.7	7.8	152	7.4	20.1	7.7	154	7.6	25.3	7.1	137	5.4	25.5	6.6	141	5.2	29.8	7.4	201	5.6	
-0.5	19.7	7.7	153	7.4	20.7	7.5	155	3.5	25.2	7.0	137	5.3	25.2	6.6	150	4.8	29.8	7.5	201	5.6	
-0.6	19.6	7.5	153	7.3					25.4	7.0	137	5.3					29.7	7.4	201	5.5	
-0.7	19.6	7.5	153	7.3					25.0	6.6	137	5.2					29.7	7.4	201	5.5	
-0.8	19.5	7.5	153	7.3					24.9	6.7	137	5.2					29.7	7.4	201	5.5	
-0.9	19.5	7.6	153	7.3					24.9	6.8	137	5.2					29.6	7.4	201	5.4	
-1.0	19.4	7.7	153	7.2					24.7	6.8	137	5.2					29.6	7.4	201	5.4	
-1.1	19.4	7.7	153	7.2					24.7	6.8	137	4.9					29.6	7.4	201	5.1	
-1.2	19.4	7.7	152	7.2					24.4	6.8	139	4.1					29.4	7.3	210	2.3	

九州でチクゴスズメヒエの生育が問題となった1980年初頭以来、現在まで本種の分布拡大は続いてきたが(角野, 1985; 1988; 金子ほか, 2010), 在来の水生植物には見られない浮島群落周囲の物理化学環境をどのように変化させるのか, またそこに生息する水生動物群集にどのような影響を及ぼしているかなど, 些細な研究はおこなわれてこなかった。そこで本研究では, このチクゴスズメヒエの侵入が地域の水生動物群集にどのような影響をもたらすのかを明らかにすることを目的とし, 2010年の夏季に浮島群落内の物理化学的な環境測定をおこなった。

方法

河北潟は石川県にある海跡湖であり, 現在は淡水の干拓地調整池となっている。この調整池南岸の湾入部(金腐川, 大宮川河口付近)には湖内で最も発達した水生植物群落が残されており, ヒメガマ(*Typha angustifolia* L.), マコモ(*Zizania latifolia* L.), ヨシ(*Phragmites australis* (Cav.) Trin. ex Steud.)等が生育している(白井ほか, 2005)。チクゴスズメノヒエは波浪に弱く, 湾入部の最奥部で生育しており, 水深1.5 - 2.0 mの地点まで匍匐枝を広げ, 沖だし幅15 mほどの浮島群落を形成している(図1)。

この浮島群落の水面下には, 前年の枯死茎とあわせて幾層にも匍匐枝が重なりあっており, 最大で0.6 mほどの厚みを持っている。その匍匐枝は約10 cmごとに節があり, 各節から地上茎と不定根が生じている。この不定根が展開している群落水面下部分の物理化学的環境を把握するため, 水温・pH・電気伝導率(東亜DKK, WM-22EP), 溶存酸素量(YSI ナノテック, Pro-ODO)の4項目を測定した。

測定は2010年5月21日, 6月17日, 8月20日のいずれも正午前後の10:00-14:00の時間帯に実施した。測定に際しては, 沖側から群落内側に向かって計測ラインを設定し, 1 m間隔に測定点を設けた。その各測定点では群落を壊さないよう静かにプローブを沈め, 水深0.1 mごとに湖底まで測定を繰り返した。5月と6月の測定では, 比較のためにチクゴスズメノヒエ群落に隣接するヒメガマ群落でも同様の手順で物理化学的環境の測定をおこなった。

結果

計測ラインを設定したチクゴスズメノヒエ群落は, 水深1.1-1.2 m程度の水深が続くならかな湖岸にある。ヒメガマ群落も同じ湖岸に分布しているが, 水深は岸に向かってやや浅くなっていた。両群落が分布する湖底の底質はどちらも砂質であった。5月21日, 6月17日, 8月20日の各調査日はいずれも晴れており, 十分な日射があった。

各調査日における水温・pH・電気伝導率(EC)・溶存酸素量(DO)の測定結果を表1に示した。5月21日のチクゴスズメノヒエ群落, ヒメガマ群落外側の開水面ではいずれの測定点においても表層から底層までほぼ均一な水温分布を示した。しかし両群落の内側では表層で水温が高くなる傾向が認められ, 特にチクゴスズメノヒエ群落の最も内側(-4 m地点)の表層水温は22.0 と群落外側の表層に比べて3も高かった。6月17日, 8月20日にはどの測定点でも表層から底層に向かって水温の低下する傾度が生じていたが, やはりチクゴスズメノヒエ群落の内側表層では開水面に比べて水温が上昇していた。

pHの分布も水温と似た傾向があり, 5月21日の両群落外側の開水面ではいずれの測定点においても表層から底層までpH 7.6前後の均一な分布を示したが, チクゴスズメノヒエ群落の内側表層において特にpHが上昇する傾向が認められた。チクゴスズメノヒエ群落の内側で最も高いpHを記録したのは内側の-4 m地点の表層であり, その値はpH 8.7まで上昇していたが, しかしヒメガマ群落ではこのようなpHの上昇は認められなかった。6月17日のpHも5月21日とほぼ同様の分布傾向を示し, チクゴスズメノヒエ群落の内側の水深0.2 mまでの表層部分では顕著なpH上昇が認められた。ただし, 8月20日はそれまでとは異なり, 群落外側の表層で最も高いpH 8.0が記録された。

チクゴスズメノヒエ群落, ヒメガマ群落ともに電気伝導率(EC)はすべての測定日で群落内外の表層から底泥直上の水深まできわめて均一な状態を示した。

図2はすべての測定日における溶存酸素量(DO)の分布を等濃度線で示したものである。5月21日のチクゴスズメノヒエ群落外側の開水面の溶存酸素量

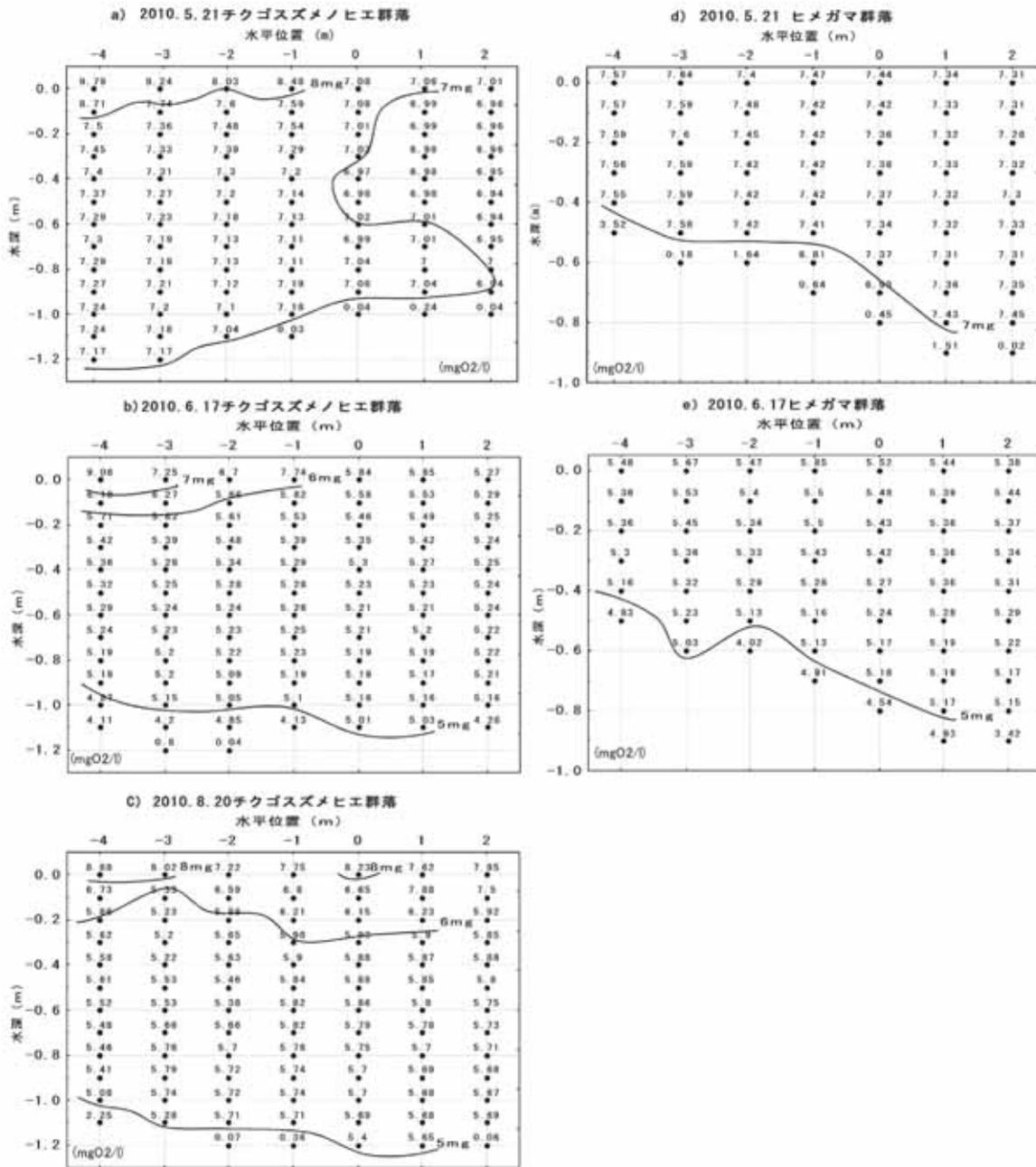


図2. チクゴスズメノヒエ群落, ヒメガマ群落における溶存酸素量 (DO) の分布. 図中の実線は等濃度線を表している.

はいずれの測定点においても表層から底層まで 7.0 mg O₂ l⁻¹ 前後のほぼ均一な分布を示していたが, チクゴスズメノヒエ群落の内側では表層から底層まですべての水深において群落外側の同水深と比較して高い溶存酸素量が記録された. また, いずれの水深でも最も内側の -4 m 地点に向かって溶存酸素が高

くなる傾向があり, 特に表層において 9.8 mg O₂ l⁻¹ と高い溶存酸素量が記録された. 6月17日の溶存酸素量の分布も5月21日と同様の傾向を示し, 群落の最も内側の -4 m 地点の表層部分で顕著な溶存酸素量の上昇が認められ, 群落外側の同水深と比較して高い溶存酸素量が群落内部の水深 0.6 m まで

記録された。8月20日は群落の最も内側-4 m地点の表層部分で8.9 mg O₂ l⁻¹の高い溶存酸素量が記録されたが、その他の水深では群落内の溶存酸素量が必ずしも高いわけではなく、あまり明瞭な傾向は認められなかった。

5月21日のヒメガマ群落の溶存酸素の分布は、群落内側の-3 mと-4 mの地点でわずかに開水面より高い傾向があるが、全体としては群落外側の開水面を含めて7.3-7.6 mg O₂ l⁻¹でほぼ均一な溶存酸素量となっていた。6月17日には群落内外の溶存酸素量の分布に特定の傾向を見いだすことはできなかった。

考察

河北潟調整池の湖岸に分布するチクゴスズメノヒエ群落では、正午前後の測定において群落外側の開水面よりも群落内側の溶存酸素量が低下することはなく、5月21日と6月17日の測定で確認されたように、群落内側でむしろ溶存酸素量が高い状態で保たれることが明らかとなった。同じ日のヒメガマ群落ではそのような溶存酸素量の上昇は認められず、群落内部で溶存酸素濃度が高くなるという現象はチクゴスズメノヒエ群落に特徴的な現象であると考えられた。

これは従来指摘されてきたようにチクゴスズメノヒエ群落が発達し水面を被った水域や、経年的に多発が続き毎年枯死した茎葉が堆積する水域で溶存酸素量が著しく低下したとの報告(千蔵ほか, 1982)からは予想外の結果であった。そもそも水生植物の大発生の背景には高濃度の栄養塩負荷があり、チクゴスズメノヒエの場合もまた富栄養化の進行が大発生を助長していることは明らかである(千蔵ほか, 1982; 角野, 1985)。河北潟周辺でも西部承水路や干拓地排水路など栄養塩負荷が高く、また浅い水域では本報告のチクゴスズメノヒエ群落より大規模な群落の形成が続いており、従ってこれら水域の群落内ではやはり貧酸素環境が卓越して形成されている可能性はある。

調整池の湖岸に生育するチクゴスズメノヒエ群落内において、高い溶存酸素量が保たれていた理由としては、富栄養化が著しく進行した水域に分布する群落よりも有機物の蓄積と分解量が小さいという可

能性のほか、加えて次の二つの機構が働いていることが考えられる。

一つは、水中に展開する匍匐枝と不定根が付着藻類の生育基盤となり、それらの光合成によって発生した酸素が供給されている可能性である。チクゴスズメノヒエ群落内側の表層部分で最も高い溶存酸素量が確認されたが、そこでは明らかに炭酸同化に伴ったとみられるpHの上昇も確認されており、被陰の影響が小さな表層部分においては、こうした付着藻類の関与が最も大きいものと推測される。

もう一つは、水中に広がったチクゴスズメノヒエの匍匐枝が通気組織として機能し、地上茎から送られた酸素が水中へ漏れ出す形で供給されている可能性である。図2で確認されたように、5月、6月のチクゴスズメノヒエ群落内側では群落外側の開水面に比べて溶存酸素量が底層近くまで高い状態で維持されており、なんらかの形で酸素が輸送されていることが示唆される。ヨシやヒメガマをはじめとする抽水植物では、底泥の嫌気的環境に対応すべく通気組織を通じて根系に酸素供給を行っており、その一部は泥中にも拡散する(Inoue and Tsuchiya, 2008)。ホテイアオイやボタンウキクサなどの浮漂植物の場合にも、根系に供給された酸素が水中へと拡散してゆくことが報告されており(Moorhead and Reddy, 1988; Jedick *et al.* 1989)、チクゴスズメノヒエ群落内のやや深い水深においては、各節から水中に懸垂した不定根や古い匍匐枝などから酸素が供給されていると解釈するのが適当と思われた。

亜熱帯から熱帯域では、浮島群落を構成するスズメノヒエ(*Paspalum*)属やヒエ(*Echinochloa*)属の水生イネ科植物、ホテイアオイ(*Eichhornia crassipes* (Mart.) Solms.)などの浮漂植物の根系が水域に好氣的微環境を形成し、それらに依存して動物群集が発達するという(Junk, 1973; Heckman, 1994)。外来種としてのチクゴスズメノヒエは、その浮島構造の発達に伴う貧酸素環境の形成に注意が払われてきたが、水域の栄養度が低い環境下では周囲の動物群集の生息場所として機能している可能性がある。今後、在来には存在しなかった浮島群落がどのような動物群集を保持するようになるのか、動物群集の同定に取り組んでゆく予定である。

謝辞

河北潟沿岸土地改良区には調査日における排水機場の稼働状況について情報の提供を頂いた。また、本研究は科研費（10267718）により遂行されている。関係各位に御礼申し上げます。

文献

- 千蔵昭二・大隅光善・矢野雅彦・中村盛三．1982．筑後川下流域のクレーク雑草「チクゴスズメノヒエ」の生態と防除：第1報 発生の状況とクレーク環境．雑草研究，27：283-287．
- Heckman CW. 1994. New limnological nomenclature to describe ecosystem structure in the tropical wet-and-dry climatic zone. *Archiv f. Hydrobiologie*, 130: 385-407.
- Inoue T and Tsuchiya T. 2008. Interspecific differences in radial oxygen loss from the roots of three *Typha* species. *Limnology*, 9: 207-211.
- Jedick A, Bodo F, Ulrich SP and Schluter UB. 1989. Increase in the oxygen concentration in Amazon waters resulting from the root exudation of two notorious water plants *Eichhornia crassipes* (Pontederiaceae) and *Pistia stratiotes* (Araceae). *Amazoniana*, 11: 53-69.
- Jonathan DF, Thomasa GL and Pauleya GB. 1990. Effects of canopy formation by floating and submergent aquatic macrophytes on the water quality of two shallow Pacific Northwest lakes. *Aquatic Botany*, 38: 231-248.
- Junk WJ. 1973. Investigations on the ecology and production-biology of the "floating meadows" (*Paspalo-Echinochloetum*) on the Middle Amazon. Part II. The aquatic fauna in the root zone of floating vegetation. *Amazonia*, 4:9-102.
- 金子有子・栗林実・藤井伸二・佐々木寧．2010．「琵琶湖周辺域の外来植物と貴重植物」．滋賀県琵琶湖環境科学研究センター．pp52.
- 角野康郎．1985．兵庫県東播磨地方のため池における「チクゴスズメノヒエ」の分布．水草研究会報，30: 47-50.
- 角野康郎．1988．岐阜県にも「チクゴスズメノヒエ」．水草研究会報，33・34: 51.
- Moorhead KK and Reddy KR. 1988. Oxygen transport through selected aquatic macrophytes. *J. Environ. Qual.*, 17:138-142.
- 永坂正夫．1997．河北潟の水生植物相の現状．河北潟総合研究，1:3-8.
- 大隈光善．1986．筑後川下流域のクレーク雑草「チクゴスズメノヒエ」の生態と防除．雑草研究，31: 108-115．
- 白井伸和・川原奈苗・高橋 久．2005．河北潟の沿岸帯の植生 - 主に金腐川河口周辺について - ．河北潟総合研究，8:23-30.
- 高橋久・永坂正夫・白井伸和・川原奈苗．2003．河北潟西部承水路の水生生物の現状 - 在来種の衰退とホテイアオイ *Eichhornia crassipes* の大繁殖について．河北潟総合研究，6:27-39.
- 高橋 久・川原奈苗・白井伸和・永坂正夫．2005．ホテイアオイ除去および部分浚渫後の河北潟西部承水路における水生植物の状態．河北潟総合研究，8:13-22.
- 高橋久・永坂正夫・川原奈苗．2006．河北潟における市民参加による水辺管理の実践（事例報告）．河北潟総合研究，9:59-66．
- Takamura N, Kadono Y, Fukushima M, Nakagawa M and Kim BHO. 2003. Effects of aquatic macrophytes on water quality and phytoplankton communities in shallow lakes. *Ecological Research*, 18: 381-395.
- Ultsch GR. 1973. The effects of water hyacinths (*Eichhornia crassipes*) on the microenvironment of aquatic communities. *Archiv f. Hydrobiologie*, 72:460-473.