

豊漁期の河口湖における動物プランクトン相

名倉 盾・谷沢弘将

河口湖は富士五湖の一つで、富士北麓の海拔高度 832m に位置し、面積 5.96km²、最大深度 16.1m の富栄養湖で¹⁾、遊漁を中心としたワカサギ漁業が盛んに行われている。しかし、1985 年の秋季から突如不漁に転じ、漁獲は激減した。その後、2007 年の秋から 2010 年の春にかけてワカサギの釣果が好調に推移したが、2010 年の秋以降、刺網では大型のワカサギが相当数採捕されるにもかかわらず、釣りではほとんど釣獲されない状況に陥り、その状況は 2015 年の春まで続いた。そこで、河口湖で動物プランクトン等について調査し、周年 *Daphnia* が高密度で存在することにより、ワカサギが *Daphnia* を飽食することで釣れなくなるとともに、ワカサギの初期飼料となっている輪形動物が減少し初期減耗の原因となったと推測している²⁾。2015 年春以降、河口湖では一転してワカサギ漁が好調となり、2018 年春も遊漁や定置網漁業によって順調に採捕されている。

そこで、2015 年 4 月から 2016 年 3 月及び 2017 年 4 月から 2018 年 3 月まで、河口湖の動物プランクトン相を調査し、ワカサギ豊漁時の動物プランクトン相を明らかにした。

材料及び方法

水質環境及び動物プランクトン相

2015 年 4 月から 2016 年 3 月（以降 2015 年度）及び 2017 年 4 月から 2018 年 3 月（以降 2017 年度）まで月に 1 回、図 1 に示した定点（St.1, N35° 31' 13.4", E138° 45' 29.7"）において水質測定、プランクトン採集を行った。水質環境は、透明度をセッキー板、水深 1m 毎の水温及び溶存酸素量を DO メーター（58 型, YSI）、pH を比色計で、水色を FOREL 及び ULE 水色計、電気伝導度を伝導率系（CM-2A, TOA）を用いて測定した。動物プランクトンの採集には北原式プランクトンネット（NXX13, 離合社）を用い、底層から表層までの鉛直曳きにより採集した。採集サンプルは 5%シュガーホルマリンで固定し、後日、顕微鏡下で種あるいは分類群毎に個体数を計数した後、湖水 1L あたりの密度を算出した。動物プランクトン種の同定は図鑑³⁻⁵⁾を用いた。

釣りにより採捕されたワカサギの胃内容物

2017 年 11 月 30 日に漁協が産屋ヶ崎区地先にあった漁協のドーム船（図 1 St.2）で午前中に釣りにより採捕したワカサギ 30 個体を冷凍し、このうち 10 個体の魚体測定をおこない、胃内容物を実体顕微鏡下で観察した。

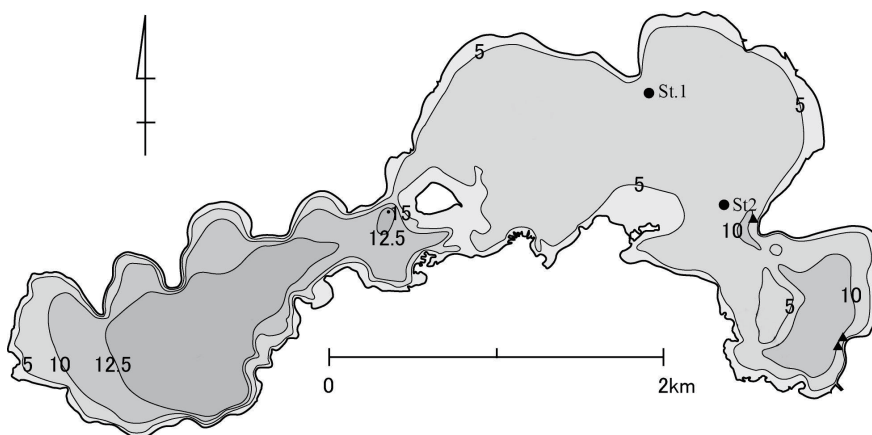


図 1 調査地点 (St.1)

結果

水質環境及び動物プランクトン相

水質調査結果を表1に示した。2015年度は、6月及び8月に調査が行えず欠測となり、プランクトン調査では原生動物について観察を行わなかった。2018年1月26日の調査は、河口湖で最低気温が-13.6℃まで下がった影響によりDOメーターや試薬等が凍結し、キャリブレーションが正確にできなかった。調査期間中の表層水温は、2015年度は、3.0℃(2016年1月)から21.8℃(2015年9月)、2017年度は2.2℃(2018年1月)から26.7℃(2017年8月)の範囲で推移した。底層付近の溶存酸素量は、2015年度は7月のみ3mg/Lを下回り(ただし6月と8月が欠測)、2017年度は5月から9月にかけて3mg/Lを下回った。調査期間中の透明度は、2015年度は2.5m(2016年3月)から6.0m(2016年2月)、2017年度は0.5m(2017年10月)から4.0m(2017年6月、2018年2月)の間で推移した。2017年10月の透明度の低下は、2017年10月21日の台風の影響によるもので、前月まで7m台だった水深も8.9mに上昇し11月以降は10m前後で推移した。pHは、2015年度は8.0-8.4、2017年度は7.2-8.2の間で推移し、電気伝導度は2015年度が104.5-118.5、2017年度は62.6-146.0の間で推移した。

表1 水質調査結果

	2017.4	2017.5	2017.6	2017.7	2017.8	2017.9	2017.10	2017.11	2017.12	2018.1	2018.2	2018.3	
水深(m)	8.1	7.9	8.0	7.6	7.2	7.1	8.9	10.5	10.3	10.2	9.8	10.2	
透明度(m)	2.8	3.5	4.0	3.0	2.8	2.5	0.5	3.5	3.0	3.5	4.0	2.5	
水色	15	6	14	15	15	16	14	5	15	14	15	13	
pH	8.2	7.2	7.3	8.2	7.9	8.0	7.4	7.2	7.2	7.2	7.2	7.2	
電気伝導度	119.0	130.0	146.0	130.0	132.0	133.5	114	62.6	80.7	112.0	119.4	111.3	
	水深 (m)												
	0	15.1	20.7	22.3	26.6	26.7	22.0	16.6	10.1	5.3	2.2	5.4	9.0
	1	14.2	20.4	22.2	26.1	26.1	22.0	16.1	9.9	5.1	2.4	5	8.5
	2	14.0	20.0	21.6	25.9	25.9	22.0	14.9	10	5.0	2.5	4.8	8.3
	3	13.8	19.7	21.4	25.7	25.9	21.8	14.6	9.9	5.0	2.6	4.7	7.9
	4	13.4	19.2	21.3	25.6	25.4	21.7	14.6	9.8	5.0	2.7	4.6	7.8
	5	13.1	18.8	21.1	25.4	24.8	21.7	14.6	9.9	4.9	2.7	4.6	7.8
	6	12.8	16.1	20.6	24.2	24.2	21.5	14.5	9.8	4.9	2.7	4.6	7.8
	7	12.6	16.0	19.4	22.1	22.8	21.4	14.4	9.8	4.9	2.7	4.5	7.7
	8	12.5		18.8			21.3	14.3	9.7	4.9	2.8	4.5	7.6
	9							14.0	9.7	4.9	2.9	4.5	7.5
	10								9.7	4.9			7.6
	0	9.9	8.2	7.9	7.7	7.2	9.1	8.6	13.8	11.5	8.9	7.5	9.4
	1	10.3	8.3	8.2	7.9	7.3	9.1	9.9	13.4	12.2	9.3	8.8	8.8
	2	10.3	8.2	8.3	7.8	7.2	9.0	11.0	12.9	14.3	9.3	9.2	8.6
	3	10.4	8.3	8.4	7.6	7.2	8.7	11.7	13.0	14.0	9.4	9.1	8.6
	4	10.3	7.9	8.4	7.2	5.6	8.3	12.2	13.0	14.8	9.3	9.1	8.5
	5	9.9	7.1	8.3	6.0	5.0	7.9	12.7	13.0	16.5	9.2	8.9	8.1
	6	9.4	2.7	7.8	3.8	2.6	7.4	13.2	13.1	16.8	11.3	8.8	7.8
	7	9.0	1.3	2.4	2.4	0.5	6.6	13.6	13.4	17.5	10.2	8.7	7.7
	8	7.7		2.4			5.9	13.9	13.6	17.7	9.7	8.7	7.7
	9							14.0	14.1	18.8	9.8	8.7	7.6
	10								14.4	18.7			6.3

溶存酸素の網がけは<3mg/Lの貧酸素水

表1 (つづき)

	2015.4	2015.5	2015.7	2015.9	2015.10	2015.11	2015.12	2016.1	2016.2	2016.3	
水深(m)	8.3	8.4	8.0	9.7	9.4	9.7	9.1	9.1	9.2	9.0	
透明度(m)	4.0	4.5	2.9	4.0	3.0	3.0	3.5	4.0	6.0	2.5	
水色	6	6	7	5	6	15	14	14	6	9	
pH	8.0	8.2	8.4	8.0	8.2	8.0	8.1	8.0	8.2	8.2	
電気伝導度	114.5	110.5	欠	118.5	117.5	欠	109.0	117.5	104.5	112.0	
水深 (m)											
水温 (°C)	0	15.2	19.3	20.9	21.8	17.4	14.4	9.0	3.0	5.7	8.5
	1	14.2	19.0	20.8	21.7	17.4	14.4	9.1	3.1	5.7	8.4
	2	13.4	18.9	20.7	21.7	17.4	14.4	9.0	3.1	5.8	8.4
	3	13.1	18.8	20.6	21.6	17.4	14.4	8.9	3.2	5.8	8.4
	4	12.7	18.6	20.6	21.6	17.4	14.4	8.9	3.2	5.8	8.4
	5	12.5	18.6	20.5	21.6	17.4	14.3	8.9	3.2	5.8	8.3
	6	12.2	18.2	20.4	21.5	17.4	14.3	8.9	3.3	5.8	8.4
	7	12.1	18.0	19.9	20.8	17.4	14.3	8.9	3.3	5.8	8.2
	8	12.0	17.7	18.1	18.9	17.4	14.3	8.9	3.2	5.8	8.1
	9				18.6	17.3	14.3	8.9	3.3	5.8	
	10										
溶存酸素 (mg/L)	0	9.6	8.6	8.2	7.6	8.7	8.8	9.5	11.2	10.6	10.0
	1	9.6	8.5	8.2	7.6	8.4	8.6	9.2	10.6	10.6	10.3
	2	9.8	8.4	8.3	7.6	8.3	8.5	9.0	10.4	10.7	10.3
	3	9.8	8.3	8.3	7.6	8.2	8.4	9.0	10.2	10.6	10.4
	4	9.8	8.3	8.2	7.6	8.1	8.2	9.0	10.1	10.6	10.4
	5	9.7	8.3	7.2	7.7	8.1	8.0	9.0	10.1	10.6	10.3
	6	9.5	7.9	6.6	7.6	8	7.9	8.9	10.0	10.5	10.3
	7	9.4	7.8	5.9	7.4	7.9	7.7	8.9	10.0	10.5	10.3
	8	9.3	7.0	2.7	4.6	7.8	7.4	8.9	9.9	10.4	10.1
	9				3.5	7.4	7.0	9.0	9.9	10.1	
	10										

溶存酸素の網がけは<3mg/Lの貧酸素水

動物プランクトン調査の集計結果を表2に示した。2017年4月から2018年3月までの間に1回/月実施した。調査の結果、出現種数(分類群数)は、2015年度は輪形動物が6種、節足動物が4種、2017年度は原生動物が4種、輪形動物が11種、節足動物が8種であった。2017年度の原生動物における優占種は、*Ceratium hirundinella*(出現月数10/12, 平均68.4個体/L)と*Diffugia corona*(出現月数3/12, 平均9.5個体/L)だった。

表2 動物プランクトン調査集計結果

分類	和名	学名	2015年							2016年			平均	
			4月	5月	7月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月		
輪形動物	カメノコウワムシ	<i>Keratella cochlearis</i>											119.2	9.93
	トゲナガワムシ	<i>Kellicottia longispina</i>		1.5		1.0								0.21
	フクロワムシ属の一種	<i>Asplanchna</i> sp.	1.0	7.6	6.1	4.1	11.8	3.6						2.85
	ハネウデワムシ属の一種	<i>Polyarthra</i> sp.										0.5		0.04
	ツボワムシ属の一種	<i>Brachionus</i> sp.	25.5	22.9					2.7		3.6	3.2		4.83
	不明	UNKNOWN						1.8						0.15
		計	26.5	32.0	6.1	5.1	11.8	8.1	0.0	3.6	3.7	119.2	18.01	
節足動物	ケンミジンコ目(種不明)	Cyclopoida	9.0			2.0								0.92
	カイアシ亜綱ノープリウス幼生	Nauplius of Copepoda	17.0	15.3	1.0	25.5		0.9		2.7	3.2	7.1		6.06
	ゾウミジンコ	<i>Bosmina longirostris</i>	3.1	12.2	3.1	5.1	33.5	10.9	13.6	1.8		1.0		7.03
	ミジンコ属(下記2種)	<i>Daphnia</i> spp.	3.1	32.1										2.93
	カプトミジンコ	<i>Daphnia galeata</i>												
	ダフニア プリカリア	<i>Daphnia pulicaria</i>												
		計	32.2	59.6	4.1	32.6	33.5	11.8	13.6	4.5	3.2	8.1	16.93	

全期間の原生動物と2015年6月及び8月は欠測

表2 (つづき)

分類	和名	学名	2017年										2018年			平均		
			4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月				
原生動物	トゲツボカムリ	<i>Diffugia corona</i>				13.5	14.9	0.1										2.38
	ツノオビムシ	<i>Ceratium hirundinella</i>	1.2	619.6		7.9	3.2	0.2	2.0			21.9	23.2	0.6	4.3		57.01	
	ボルボックス	<i>Volvox sp.</i>						0.1	0.05	0.04		0.2	0.04				0.03	
	タマヒゲマワリ	<i>Eudorina elegans</i>					0.2					0.1			0.04		0.02	
輪形動物	カメノコウワムシ	<i>Keratella cochlearis</i>	0.8	1.8	0.1	2.3	0.5	1.6	0.1			0.3		0.4	0.04		0.66	
	トゲナガワムシ	<i>Kellicottia longispina</i>									0.04						0.00	
	エナガワムシ属の一種	<i>Monostyla sp.</i>									0.3	0.04					0.03	
	フクロワムシ属の一種	<i>Asplanchna sp.</i>		4.0	1.6	0.6	0.8	10.3	3.0	1.3	0.4	0.7	0.9	0.3			1.98	
	ネズミワムシ属の一種	<i>Trichocerca sp.</i>	1.6	0.3	1.7	1.8	1.5	5.6	0.5	0.1	0.8	2.1	0.7	0.3			1.41	
	ハネウデワムシ属の一種	<i>Polyarthra sp.</i>	5.6	0.3	0.2	1.1	14.8	9.4	1.6	0.2			3.5	0.3			3.07	
	ドロワムシ属の一種	<i>Synchaeta sp.</i>	22.5	13.4	1.2	5.8	75.9	19.8	28.8	0.04		2.1		13.6			15.26	
	スジワムシ	<i>Ploesoma truncatum</i>	1.2	0.7	50.1	7.3	4.6	3.8		0.04							5.65	
	ミツウデワムシ	<i>Filinia longiseta</i>	10.5	26.6	0.3							1.3	18.4	3.3			5.03	
	ツボワムシ属の一種	<i>Brachionus sp.</i>	0.8	1.0	6.7	2.3	2.9	8.9	0.8	0.2	0.9	7.2	0.5	0.04			2.69	
	不明	UNKNOWN	1.6	0.1			0.3				0.2	0.7		0.1			0.25	
		計	44.7	48.1	61.9	21.1	101.3	59.3	35.2	2.1	3.0	13.4	24.5	17.8			36.03	
節足動物	ケンミジンコ目(種不明)	Cyclopoida		0.2	0.1	0.4	0.2	0.4		0.2	0.8	0.3	0.2	0.1			0.28	
	カイアシ亜綱ノープリウス幼生	Nauplius of Copepoda	4.8	1.3	0.2	1.2	1.1	0.4	0.05	2.7	2.0	4.1	4.3	0.2			1.87	
	コペポディド幼生	Copepodid of Copepoda		0.5	0.4	1.0	0.6	0.5	1.2	0.4	0.6	0.04	0.5	4.9			0.96	
	ゾウミジンコ	<i>Bosmina longirostris</i>	1.6	25.3	5.9	3.2		7.2	6.6	4.8	5.9	8.4	1.0	4.1			6.73	
	ゾウミジンコモドキ	<i>Bosmina fatalis</i>		0.1		1.0		1.7									0.91	
	シカクミジンコ属	<i>Alona sp.</i>			0.2	0.7											0.43	
	オナガミジンコ属	<i>Diaphanosoma sp.</i>			0.2	0.1											0.13	
	ノロ	<i>Leptodora kindtii</i>		0.1			0.1	0.1									0.09	
	ミジンコ属(下記2種)	<i>Daphnia spp.</i>																
	カブトミジンコ	<i>Daphnia galeata</i>																
	ダフニア プリカリア	<i>Daphnia pulicaria</i>																
		計	6.4	27.5	6.9	7.5	2.0	10.2	7.9	8.0	9.3	12.8	6.0	9.3			11.39	

輪形動物は、全ての調査月においていずれかの種が出現しており、全調査期間における輪形動物総個体数の平均密度は、2015年度は18個体/L最大119.2個体/L(2016年3月)、2017年度は36個体/L、最大101.3個体/L(2017年8月)であった。輪形動物の優占種は、2015年度は*Keratella cochlearis*が2016年3月に119.2個体/L出現したが、この月のみで他には出現が無かったものの最大個体数を記録し、2017年度は*Synchaeta sp.*、*Filinia longiseta*、*Ploesoma truncatum*が優先した。これら輪形動物の出現状況の周年変化を図2に示した。両年度の輪形動物出現頻度を比較すると、*Keratella cochlearis*が大量に出現した2016年3月以外には2017年度の方が出現数が多かった。両年度とも12月に出現数が最低となり、水温の上昇とともに出現数が増加する傾向が見られた。

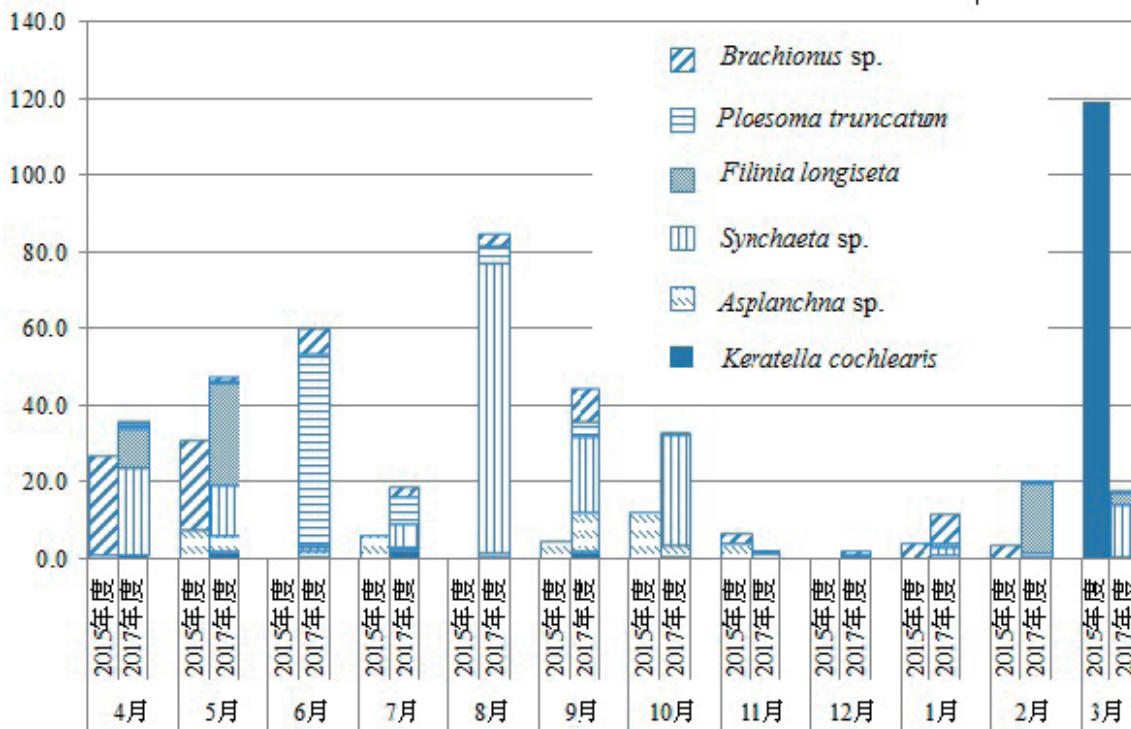


図2 輪形動物優先種密度の周年変化

節足動物は、2015年度の4月に3.1個体/L及び5月に32.1個体/Lの *Daphnia* spp が出現したが、7月以降確認されなくなった。*Bosmina longirostris* の出現頻度が最も高く、2016年2月と2017年8月を除いて周年出現し、ピークは2015年の10月の33.5個体/Lと2017年5月の25.3個体/Lであった。Cyclopoidaとカイアシ亜綱のNauplius, Copepodid の出現頻度が高く、これら3種は出現数は少ないもののほぼ周年見ることができた(図3)。両年度を比較すると、4月から12月の間2015年度の方が出現数が多かった。この他、大型枝角類の *Leptodora kindtii* が少数ながら2017年度の5月、8月、9月に出現した。

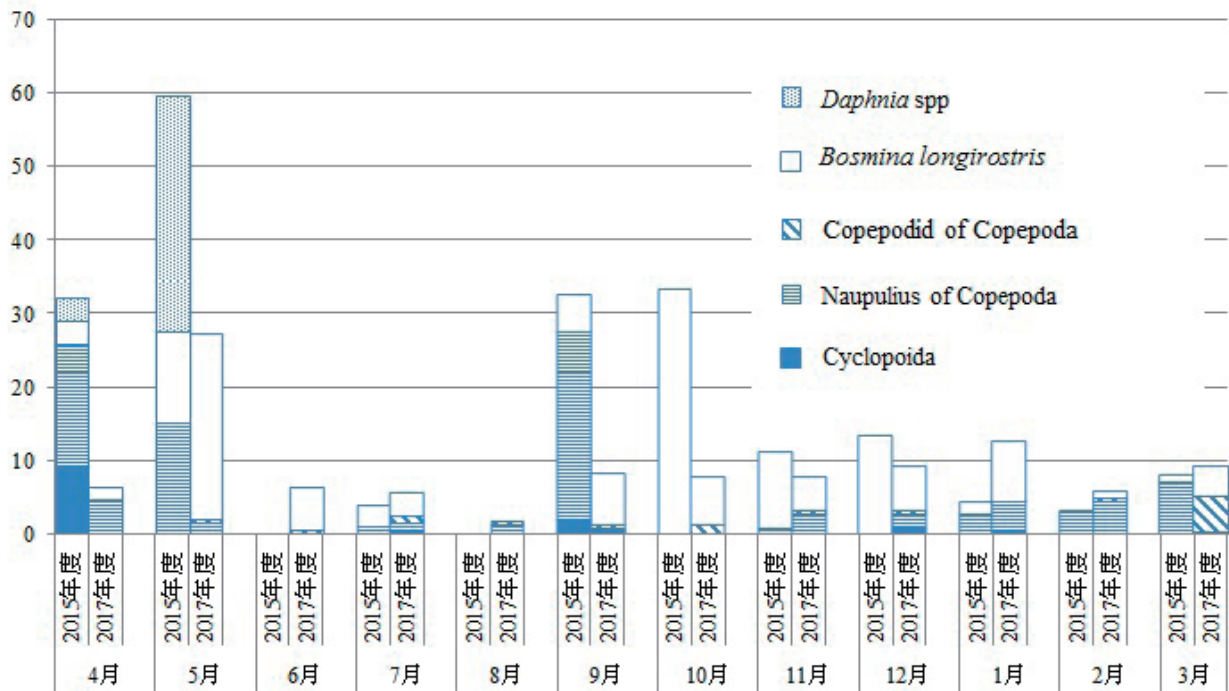


図3 節足動物優占種密度の周年変化

釣りにより採捕されたワカサギの胃内容物

測定結果を以下に示す(表3)。

ワカサギはほぼ単一の餌を食べていた。10個体中 Cyclopoida (カイアシ亜綱の Nauplius, Copepodid 含む) を主に食べていたワカサギが最も多く5個体で、次いでゾウミジンコ2個体、ユスリカ幼虫2個体、ユスリカ蛹及び成虫1個体となった。

表3 釣獲されたワカサギの胃内容物

N.O.		全長mm	体長mm	体重g	肥満度	生殖腺重量 g	GSI	雌雄	年令	胃内容物
1		92.6	75.9	4.1	9.5	0.079	1.92	♀	1	Chironomus (幼虫)
2		64.0	55.0	1.5	9.1	0.037	2.41	♀	0	Bosmina
3		94.5	78.0	4.2	8.8	0.081	1.94	♀	1	Chironomus (蛹・成虫)
4		62.0	50.1	1.1	8.9	-		不明	0	Cyclopide
5		64.0	51.2	1.3	9.7	0.047	3.57	♂	0	Cyclopide
6		85.6	74.2	3.3	8.0	0.083	2.54	♀	1	Cyclopide
7		93.1	78.1	4.4	9.2	0.125	2.87	♀	1	Chironomus (幼虫)
8		54.7	46.4	1.0	9.6	0.025	2.63	♀	0	Bosmina
9		83.5	70.7	2.8	7.9	0.051	1.82	♀	1	Cyclopide
10		55.6	47.1	1.0	9.8	0.030	2.89	♂	0	Cyclopide
平均	0歳	60.0±4.6	50.0±3.5	1.2±1.4	9.4±0.4	0.035±0.017	2.88±0.5			
	1歳	89.8±5.0	75.4±3.1	3.8±0.7	8.7±0.7	0.084±0.027	2.22±0.5			
	全体	74.9±16.3	63.6±13.8	2.5±1.4	9.1±0.7	0.068±0.04	2.51±0.6			

* 平均±標準偏差 肥満度=体重 (g) /体長 (cm) ³×1000

考 察

河口湖でワカサギが不漁となった2011年から2014年まで調査を行った岡崎らによると、*Daphnia*が周年出現しており、ワムシ類と競争関係にあるためワカサギ初期減耗の間接的な要因となっているとしている²⁾。今回の調査では、2015年7月以降*Daphnia*は見られなかった。漁協からの聞き取りによると調査年度は両年度ともワカサギの漁獲は好調であり、ワカサギ資源量が増加したことに伴い*Daphnia*がいなくなったと考えられる。実際に2017年度に釣獲したワカサギの胃内容物調査でも、*Cyclopoida*といった大型のプランクトンを選んで捕食していたが、*Daphnia*は観察されなかった。*Bosmina*を摂餌していたワカサギは2個体とともに0歳魚であり、*Cyclopoida*より小型の*Bosmina*を摂餌していたと考えられた。なお、ワカサギの胃内からはほぼ同一の餌がみられ、プランクトン以外ではさらにサイズの大きな*Chironomus* (幼虫・蛹・成虫)を捕食していた。11月の*Bosmina*個体数は*Cyclopoida*個体数を24倍上回っていたが、嗜好性としては*Cyclopoida*が上回っていると考えられた。これは、*Daphnia*が存在しなくてもワカサギが環境水中に存在する大型動物プランクトンを選択的に摂餌していることを示していると思われた。

肥満度や年齢組成、胃内容物は、不漁期以前の1980年代前半のワカサギに類似している⁶⁾。ワムシの量は2011年の平均4.9個体/Lと比較して2015年度18.0個体/Lと3.7倍、2017年度には36.0個体へと7.3倍増加していた。種類別に見ると2017年度にはワカサギ仔魚が摂餌可能な大きさの*Synchaeta* spが平均18.3個体/Lと最も多く出現し、3月に13.6個体/L、4月に22.5個体/L、5月に13.4個体/Lと比較的多く出現した。2011年から2014年までの調査では27回中3回しか見られなかった*Keratella cochlearis*が、2015年度の3月には119.2個体/Lと大量に出現し、2017年度に実施した調査でも11月と1月を除いて周年観察され、*Daphnia*が居なくなったことにより回復しつつあることが推察される。このため、今まで*Daphnia*により抑制されていた輪形動物などの小型動物プランクトンが増殖可能となり、ふ化したワカサギ仔魚が小型動物プランクトンを摂餌して成長し、成長したワカサギが大型動物プランクトンを摂餌することにより*Daphnia*が存在しない状況を作り出して輪形動物が増えるというワカサギにとって好循環に転換したと考えられる。ただし、ふ化直後のワカサギは成長にしたがって摂餌する餌が大きくなることが判っており⁶⁾、今回調査に使用したNXX13ではとらえきれないサイズのプランクトンを捕食している可能性もある。今後更に微小なプランクトンとワカサギふ化仔魚の関係について調査を行う必要がある。

謝 辞

本調査を行うにあたり、河口湖漁業協同組合の方々には調査の際に調査船を出していただいたり、ワカサギサンプルを提供いただいたり種々の便宜を図って頂き大変お世話になった。厚く御礼申し上げる。

要 約

河口湖における水質、動物プランクトン調査を 2015 年度と 2017 年度に実施した。2017 年 11 月に釣獲されたワカサギの胃内容物を調査した。それらにより以下の結果を得た。

1. *Daphnia* は 2015 年 5 月以降見られなかった。
2. 輪形動物は、2015 年度平均 18.0 個体/L, 2017 年度平均 36.0 個体/L であり、種数個体数共に 2017 年度の方が増加していた。
3. ワカサギの胃内容物からは *Cyclopoida*, *Bosmina*, *Chironomus* が見られた。
4. ワカサギ資源が増大したことにより *Daphnia* が姿を消し、輪形動物が増加してワカサギ仔魚の餌になるという好循環に転換したと考えられた。

文 献

- 1) 田中正明 (1992) : 日本湖沼誌, プランクトンからみた富栄養化の現状. 名古屋大学出版会, 愛知. 56-57.
- 2) 岡崎 巧・谷沢弘将・古屋清春・吉田三男 (2017) : 河口湖におけるワカサギ不漁と動物プランクトン相の関係. 山梨県水産技術センター事業報告書, 44, 30-44.
- 3) 水野寿彦・高橋永治 (1991) : 日本淡水動物プランクトン検索図説. 東海大学出版会, 東京.
- 4) 田中正明 (2002) : 日本淡水動植物プランクトン図鑑. 名古屋大学出版会, 愛知.
- 5) 一瀬 論・若林徹哉 (2005) : やさしい日本の淡水プランクトン図解ハンドブック. 合同出版株式会社, 東京.
- 6) 茨城県内水面水産試験場・山梨県魚苗センター (1991) : 湖沼におけるワカサギの資源管理及び増殖技術に関する研究. 水産業関係地域重要新技術開発促進事業報告書(昭和63年度から平成2年度とりまとめ報告書).
- 7) 高橋一孝・桐生 透・岡崎 巧・大浜秀規 (1995) : ワカサギの資源生態学的研究 - I. 山梨県水産技術センター事業報告書, 23, 54-92.