

概要書

1. 研究テーマ

児島湖流域における水質汚濁の現況解析と改善への提言を地域と大学のコラボで考える
～灌漑期・非灌漑期別並びに経年変動の視点から～

2. 研究者代表名

国立大学法人 岡山大学大学院環境生命科学研究科 特命教授・名誉教授 沖 陽子

3. 研究内容の概要

温暖化の進行速度が増している昨今、大気環境の変化に付随する水環境・水循環問題が懸念されている。一方、農業生産基盤の整備と併せ、用水路等の水質・水量の制御及び生態系や生物多様性に配慮した豊かな自然環境の提供場所としての水環境整備と維持管理技術の発展が望まれている。本研究では指定湖沼に指定されており、特にリン濃度の減少が課題である児島湖及びその流域の用排水路において、水質改善と生物多様性との接点を求め、最適水域生態系、流域における水の移動を軸として持続性科学の検証を試みた。

具体には、児島湖流域の主なる水系 30 地点の水質、生き物、気象環境、営農活動、下水道整備等を灌漑期・非灌漑期別に継続調査し、農村地域の都市化に伴う混住地帯において、水質と生物多様性の保全が確保される最適水域生態系を構築するための水資源の持続的管理の技術と理念を地域と大学とのコラボで検討した。既に過去 3 年間の調査結果を得ており、4 年目を検証して経年変化と灌漑期・非灌漑期を反映した研究成果を得た。

岡山大学環境理工学部では、10 年前より実践型環境教育に取り組み、「水環境スペシャリスト」養成のプログラムを走らせている。また、児島湖流域では平成 15 年 3 月に農水省中国四国農政局の支援を受けて、環境保全任意団体「児島湖流域エコウェブ」を設立した。そこで、大学と地域を結ぶ環境問題解決への道をフィールドワークに求め、灌漑期・非灌漑期別に年間 3 回、大学生、高校生、地元住民、行政団体、企業に属する異社会・異世代の者が 30 調査地点にて水質や生物を継続調査している。平成 28 年は 140 名の参加者を得た。さらに、その学術的実証を岡山大学環境理工学部植生管理学研究室で担い、COD パックテストの傾向が有効であることを実証した。また、灌漑期の児島湖流域及び児島湖内における高いリン・窒素濃度は農地からの負荷であることが確認され、流域の農業活動の現況調査から改善策が把握できた。その結果、本研究の成果は平成 28 年度より始まる児島湖第 7 期湖沼水質保全計画の策定に向けて、生物多様性と水質との接点を考慮した改善への提言に関与するものとなった。さらに、現地調査や COD マップ等を掲載したリーフレットを作成することにより、地元住民や次世代の学生達への水域環境における「自然との共生」への意識啓発に繋げることができた。今後も本活動を継続する予定である。

公益信託 エスペック地球環境研究・技術基金

平成 28 年度 助成金研究成果報告書

児島湖流域における水質汚濁の現況解析と改善への

提言を地域と大学のコラボで考える

～灌漑期・非灌漑期別並びに経年変動の視点から～

平成 29 年 9 月

岡山大学大学院環境生命科学研究科

代表者 沖 陽子

目 次

1. 研究目的	1
2. 研究背景	1
3. 協力者及び研究体制	2
4. 研究方法	2
4-1. 調査場所	2
4-2. 調査時期	2
4-3. 調査方法	2
4-4. 児島湖流域の農業従事者に対するアンケート調査	2
5. 結果及び考察	5
5-1. 児島湖流域及び児島湖内の水質調査	5
①平成 28 年度身近な水環境の全国一斉調査について	5
②COD 濃度の経年変化	6
③児島湖流域 30 地点並びに児島湖内の COD 濃度の地域間差異	6
④平成 28 年度児島湖流域及び児島湖内の灌漑期・非灌漑期別の水質比較	12
5-2. 児島湖流域の農業従事者に対するアンケート調査	18
6. まとめ	20
参考文献	21

公益信託 エスペック地球環境研究・技術基金

平成 28 年度 助成金研究成果報告書

児島湖流域における水質汚濁の現況解析と改善への提言を地域と大学のコラボで考える
～灌漑期・非灌漑期別並びに経年変動の視点から～

岡山大学大学院環境生命科学研究科 植生管理学研究室

代表者 特命教授（名誉教授） 沖 陽子

1. 研究目的

指定湖沼及びその流域における水質改善と最適生態系との融合に基づく持続的維持管理法の技術開発と理念を目指して地域と大学が協働で調査実証し、次世代や地元住民に環境マインド醸成へと導く。

2. 研究背景

岡山県南部に位置する児島湖は閉鎖性水域であり富栄養化が進みやすい。「湖沼水質保全計画」に基づき第 6 期まで水質保全に係る取組みが推進されてきた。農水省によるヘドロの浚渫や清水導入により、近年はゆるやかな改善方向ではある。しかしながら、児島湖の COD、T-N、T-P は依然として環境基準に達していない。COD を 5mg/L まで削減することに意味があるのか、児島湖造成の主たる目的は農業用水確保であったので、農業用水基準値の 6mg/L でも良いのではないかと、という疑問が浮上し始めている。T-P 高濃度はリン枯渇時代に地域資源になるのではないかと考えられる。また、生態系サービスの視点から生物多様性を求めるには、有機汚濁と栄養塩類汚濁を同一視せずに検討すべきではないか等の意見も交わされている。

このような背景の下、平成 28 年度に第 7 期児島湖湖沼水質保全計画を策定するに臨んで、地元住民、行政、企業、有識者が児島湖の 10 年後の将来を見据えて、次世代と一緒に現況を把握し、水質改善と最適生態系との融合に基づく持続的維持管理の理念と技術を開発する必要性が認められた。従って、大学と地域コミュニティとの接点を求めて本研究を実施するに至った。

具体的には、児島湖流域の主なる水系 30 地点の水質、生き物、気象環境、営農活動、下水道整備等を灌漑期・非灌漑期別に継続調査し、農村地域の都市化に伴う混住地帯において、水質と生物多様性の保全が確保される最適水域生態系を構築するための水資源の持続的管理の技術と理念を地域と大学とのコラボで検討する。既に過去 3 年間の調査結果を得ているが、異常気象の連続から、経年変化を反映した研究成果が望まれており、4 年目を検証する。

3. 協力者及び研究体制

協力者として、岡山大学大学院環境生命科学研究科 中嶋佳貴助教並びに同研究科博士後期課程 門脇孝弘氏を協力者とした。中嶋氏は特に水質調査、門脇氏はアンケート調査を担当した。兩人ともに児島湖流域エコウェブ会員である。

一方、岡山大学環境理工学部では、10年前より実践型環境教育に取り組み、「水環境スペシャリスト」養成のプログラムを走らせている。また、児島湖流域では平成15年3月に農水省中国四国農政局の支援を受けて、環境保全任意団体「児島湖流域エコウェブ」を設立した³⁾。申請者はその会長を務めている。そこで、大学と地域を結ぶ環境問題解決への道をフィールドワークに求め、年間3回、大学生、高校生、地元住民、行政団体、企業に属する異社会・異世代の者が児島湖流域30調査地点にて集まり、水質調査や生物調査を続けてきた。さらに、その学術的実証を岡山大学環境理工学部植生管理学研究室で担っている。従って、本研究は「児島湖流域エコウェブ」、「環境理工学部実践型環境教育受講生」及び「同学部植生管理学研究室」が主なる組織・団体となり、研究を推進した。

4. 研究方法

4-1. 調査場所

本調査地点は岡山南部に位置する児島湖及び児島湖流域内の河川と用排水路である。各調査地点は、児島湖流域エコウェブが主催する「身近な水環境の全国一斉調査(国土交通省主催)」で過去10年間調査が継続されている30地点であり、流域で面的な繋がりを意識したものである。流域地点において、調査地域を河川地点群と用水路地点群に大別し、さらにグループ化している。調査地点については図1に示す。河川地点は足守川、笹ヶ瀬川中流域、笹ヶ瀬川下流域、倉敷川、鴨川の5グループであり、用水路地点は旭川取水用水区、大曲区、東畦・錦区、藤田区、北七区の5グループである。児島湖内の調査地点については、流入河川の河口部や湖心を含む21地点を9月の灌漑期、8地点を12月の非灌漑期に実施した(図2)。

4-2. 調査時期

児島湖流域内の河川及び用排水路について、灌漑期初期として平成28年6月21日に、灌漑期として10月4日、そして非灌漑期として12月4日にそれぞれ水質調査と生き物調査を行った。一方、児島湖内の水質調査と生き物調査は9月23日に21地点、12月4日に8地点にて行った。なお、6月21日は「身近な水環境の全国一斉調査」の一環で、12月4日は「児島湖流域フォーラム」の一環でそれぞれ実施した。なお採水・調査時間は午前10時で一斉調査を行った。

4-3. 調査方法

現地調査では採水した地点毎に水温、気温、pH、EC(電気伝導度)、透視度及び護岸の様子の調査を行った。護岸の種類は人工(水際線及び水底が完全に覆われる場合)、自然(水際線及び水底が人工物で覆われず、素掘りの場合)、半自然(人工と自然が両方当てはまる

河川地点^{注1)}

用水路地点^{注2)}

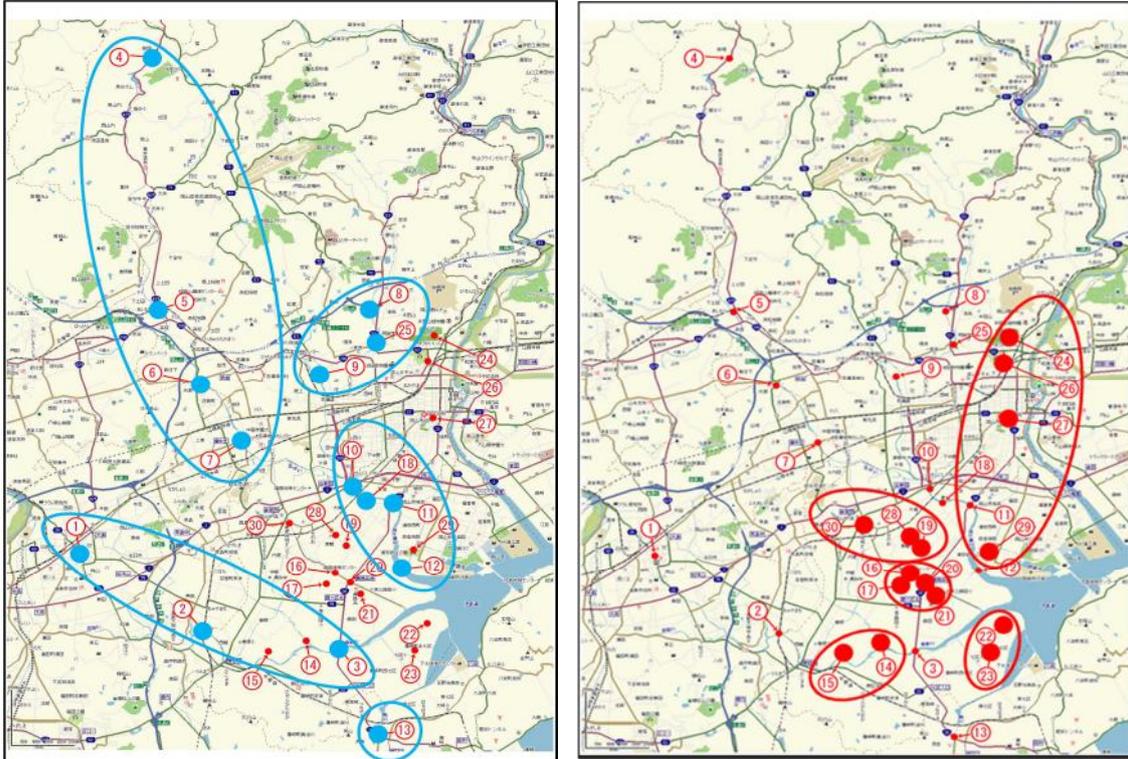


图1 児島湖流域調査30地点

注1)

- | | |
|----------|------------------|
| 河川地点：足守川 | 地点番号 4・5・6・7 |
| 笹ヶ瀬川中流域 | 地点番号 8・9・10・25 |
| 笹ヶ瀬川下流域 | 地点番号 11・12・18・29 |
| 倉敷川 | 地点番号 1・2・3・14・15 |
| 鴨川 | 地点番号 13 |

注2)

- | | |
|----------------|------------------|
| 用排水路地点：旭川取水用水区 | 地点番号 24・26・27・29 |
| 大曲区 | 地点番号 14・15 |
| 東睦・錦区 | 地点番号 19・28・30 |
| 藤田区 | 地点番号 16・17・20・21 |
| 北七区 | 地点番号 22・23 |

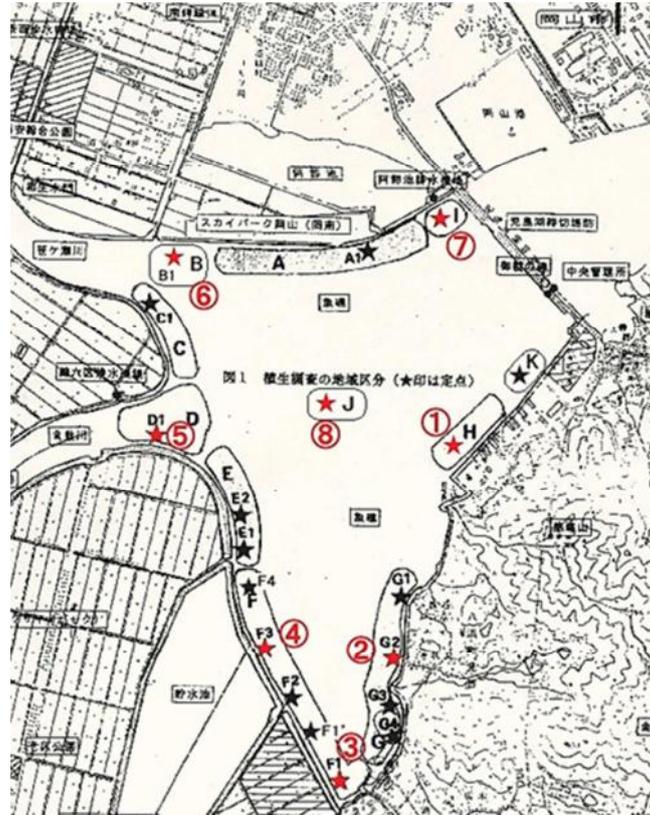


図2 児島湖内の調査地点

注1) 9月調査 21地点
12月調査 8地点

注2)

1. 岡山県木材センター貯木場前
2. 八浜町歌見大雲寺前
3. 八浜漁港前
4. 七区貯水池5号樋門前
5. 倉敷川河口域灘崎側
6. 笹ヶ瀬川河口域第4号水門前
7. 福浜漁港前
8. 湖心部

場合)の3つに分類した。さらに、生き物調査並びにゴミ等の浮遊物の量を目視した。次に、表層水から採水した水試料をCODパッケテスト(低濃度・高濃度)にてCOD濃度を3反復で測定した。これらの現地調査は、実践型環境教育の受講生がインストラクターとなり、児島湖流域エコウェブ会員を始め高校生や地元住民を指導した。1地点につき数人を配置し、140名が参加した。

持ち帰った試料水は植生管理学研究室にてSS(懸濁物質)を計測し、ろ過した水試料を用いてNH₄-N(アンモニア態窒素)濃度、NO₃-N(硝酸態窒素)濃度及びPO₄-P(無機態リン)濃度を測定した。未ろ過の水試料を用いてクロロフィルa濃度を測定した。なおCOD濃度に関しては溶存態・懸濁態試料の両方に用いた。水質分析法については、SSはGFP法、NH₄-Nはインドフェノール青法、NO₃-Nはイオンクロマトグラフ法、PO₄-Pはアスコルビン酸変法、クロロフィルaはアセトン抽出吸光光度法、CODは過マンガン酸カリウム酸性法を用いた。

4-4. 児島湖流域の農業従事者に対するアンケート調査

児島湖内及び児島湖流域に流れる河川及び用排水路の水質への影響が大きいと考えられた倉敷川流域の都六区、大曲並びに湖沼法に係る流出水対策地区に指定されている鴨川流域の北七区の3地区の農家を対象に平成28年9月から11月にかけてアンケート調査を実施した。本アンケート調査は児島湖下流域に位置する3地区の農業生産活動に関する現況を把握するとともに、児島湖流域の水質改善に向けた今後の推進方を検討することを目的とした。

調査項目は性別・年齢・経営形態・経営面積等の基本情報、水質問題への関心、水質が改善されていることの認知、児島湖の印象、対策の認知度、講習会への参加、清掃活動への参加、L字型肥料(エコ肥料)の導入、用水路の利用並びに今後の対策とした。また、本アンケートは岡山県環境文化環境管理課・岡山県農林水産部耕地課とも協働して、岡山大学環境理工学部植生管理学研究室が実施した。

5. 結果及び考察

5-1. 児島湖流域及び児島湖内の水質調査

①平成28年度身近な水環境の全国一斉調査について

「児島湖流域エコウェブ」並びに「岡山大学実践型環境教育受講生」らによる児島湖流域30地点の水質調査は、通常6月第一日曜日に実施しているが、平成28年の6月は降雨が多く、実施日は6月21日まで延期となった。従って、今回は灌漑期初期ではなく、灌漑期でかつ降雨の多い時期の結果となった。140名の参加の下、30地点をグループ化した参加者により気温、水温、CODパッケテスト、pH、EC、透視度、生物調査をまとめて表1に示した。CODパッケテストはまず、低濃度で測定し、8mg/L以上の場合は高濃度で再度測定した。その結果、表1によると30地点中で高濃度測定をする必要がなかった地点は6地点のみであった。これらの6地点は河川地域では倉敷川の上流部、用排水路地点では旭

川取水用水区で旭川からの清水導入が関与しており、明確な地域差が確認された。一方、12mg/L以上の高濃度地点は8地点であったが、河川地点と用排水路地点が各4地点であった。この試水は、後に岡山大学にて水質分析に供試したが、値は異なるものの傾向はほぼ同様であったことから、地域との連携でCODパックテストを実施することが有意義であることが確認された。なお、10月4日の灌漑期は岡山大学環境理工学部植生管理学研究室が核となり調査を実施、12月4日の非灌漑期は6月の調査体制と同様の体制で地域と大学がコラボで調査を行った。

②COD濃度の経年変化

児島湖流域30地点におけるCOD（懸濁態）濃度の経年変化を表2に示した。表2によると総じて平成28年の灌漑期（6月）のCOD（懸濁態）濃度の値はここ数年間で最も高かった。また、平成28年の非灌漑期（12月）の値も比較的高い傾向にあった。この年は植物の生育期である5月～6月に日照量が少なく、またその後は気温と水温が異常に高くなったという異常気象であったので、植生の繁茂が思わしくなかったことに起因する。また、平成25年から平成28年に排水路地点の藤田区に位置するが、下水道の整備がまだ整っておらず、かつ農地からの排水も流れ込む地点であることを把握した。その他、旭川取水用水区以外の用排水路地点の方が河川地点より総じて値が高く、特に6月の灌漑期で高い傾向にあった。これは農地からの排水がCODの値に影響を及ぼしていると推察された。

次に児島湖内におけるCOD（懸濁態）濃度の経年変化を表3に示した。灌漑期の9月には21地点を調査しているが、12月の調査と比較しやすいように8地点を選抜して記載している。平成25年のCOD濃度はやや低い傾向を示しているが、その後はあまり大きな変化が認められなかった。また、9月と12月の灌漑期と非灌漑期との有意差も認められなかった。しかしながら、平成28年は児島湖流域と同様に平年より高い傾向を示した。岡山県で公表された児島湖のCOD75%値も平成28年は8.0mg/Lまで上昇した。

③児島湖流域30地点並びに児島湖内のCOD濃度の地域間差異

図3に平成27年の児島湖流域30地点並びに児島湖内8地点のCODマップ、図4に平成28年の児島湖流域30地点並びに児島湖内8地点のCODマップを示した。両図を比較すると、まず、児島湖流域においては両年共に灌漑期の6月の方が12月の非灌漑期より値が高い傾向にあった。5mg/L以上で黄色、7mg/L以上で橙色、10mg/L以上で赤色の丸印を付しているが、両年共に6月で橙色の地点が多くなり、3mg/L以上～5mg/L未満の緑色の地点が減少した。その傾向は特に児島湖近辺の用水路地点に多く認められた。さらに平成28年度の灌漑期（6月）が平成27年度より赤色の地点が多いことが明確に確認された。総ての地点で緑色になることが、環境基準値5mg/Lを達成することになるが、まずは総ての地域で橙色と赤色の地点を無くすことが望まれる。

表1 児島湖流域30地点におけるパケットによるCOD値（平成28年6月21日調査）

No.	調査地点	調査時刻	調査時刻	調査時刻	COD (mg/L)						平均
					1	2	3	4	5	6	
1	小島川	08:00	08:00	08:00	20.2	20.2	20.2	20.2	20.2	20.2	20.2
2	小島川	08:00	08:00	08:00	20.2	20.2	20.2	20.2	20.2	20.2	20.2
3	小島川	08:00	08:00	08:00	20.2	20.2	20.2	20.2	20.2	20.2	20.2
4	小島川	08:00	08:00	08:00	20.2	20.2	20.2	20.2	20.2	20.2	20.2
5	小島川	08:00	08:00	08:00	20.2	20.2	20.2	20.2	20.2	20.2	20.2
6	小島川	08:00	08:00	08:00	20.2	20.2	20.2	20.2	20.2	20.2	20.2
7	小島川	08:00	08:00	08:00	20.2	20.2	20.2	20.2	20.2	20.2	20.2
8	小島川	08:00	08:00	08:00	20.2	20.2	20.2	20.2	20.2	20.2	20.2
9	小島川	08:00	08:00	08:00	20.2	20.2	20.2	20.2	20.2	20.2	20.2
10	小島川	08:00	08:00	08:00	20.2	20.2	20.2	20.2	20.2	20.2	20.2
11	小島川	08:00	08:00	08:00	20.2	20.2	20.2	20.2	20.2	20.2	20.2
12	小島川	08:00	08:00	08:00	20.2	20.2	20.2	20.2	20.2	20.2	20.2
13	小島川	08:00	08:00	08:00	20.2	20.2	20.2	20.2	20.2	20.2	20.2
14	小島川	08:00	08:00	08:00	20.2	20.2	20.2	20.2	20.2	20.2	20.2
15	小島川	08:00	08:00	08:00	20.2	20.2	20.2	20.2	20.2	20.2	20.2
16	小島川	08:00	08:00	08:00	20.2	20.2	20.2	20.2	20.2	20.2	20.2
17	小島川	08:00	08:00	08:00	20.2	20.2	20.2	20.2	20.2	20.2	20.2
18	小島川	08:00	08:00	08:00	20.2	20.2	20.2	20.2	20.2	20.2	20.2
19	小島川	08:00	08:00	08:00	20.2	20.2	20.2	20.2	20.2	20.2	20.2
20	小島川	08:00	08:00	08:00	20.2	20.2	20.2	20.2	20.2	20.2	20.2
21	小島川	08:00	08:00	08:00	20.2	20.2	20.2	20.2	20.2	20.2	20.2
22	小島川	08:00	08:00	08:00	20.2	20.2	20.2	20.2	20.2	20.2	20.2
23	小島川	08:00	08:00	08:00	20.2	20.2	20.2	20.2	20.2	20.2	20.2
24	小島川	08:00	08:00	08:00	20.2	20.2	20.2	20.2	20.2	20.2	20.2
25	小島川	08:00	08:00	08:00	20.2	20.2	20.2	20.2	20.2	20.2	20.2
26	小島川	08:00	08:00	08:00	20.2	20.2	20.2	20.2	20.2	20.2	20.2
27	小島川	08:00	08:00	08:00	20.2	20.2	20.2	20.2	20.2	20.2	20.2
28	小島川	08:00	08:00	08:00	20.2	20.2	20.2	20.2	20.2	20.2	20.2
29	小島川	08:00	08:00	08:00	20.2	20.2	20.2	20.2	20.2	20.2	20.2
30	小島川	08:00	08:00	08:00	20.2	20.2	20.2	20.2	20.2	20.2	20.2

表2 児島湖流域30地点COD(懸濁態)濃度の経年的変化

調査地点	調査河川	調査地点名	H25.6.2	H25.12.7	H26.6.8	H26.12.7	H27.6.7	H27.12.6	H28.6.21	H28.12.4
1	倉敷川	今橋	1.835	1.400	2.785	3.251	4.716	2.978	3.891	3.239
2	倉敷川	藤戸橋	-	2.189	4.555	5.038	5.521	3.927	6.963	4.640
3	倉敷川	新倉敷川橋	3.090	2.801	5.408	5.843	7.195	5.891	10.725	5.130
4	足守川	掛畑口橋	3.171	2.913	3.718	4.298	5.424	3.879	8.908	3.867
5	足守川	土合橋	3.380	2.044	4.507	4.362	7.501	3.557	12.607	4.479
6	足守川	矢部橋	2.302	1.626	4.040	3.445	6.197	3.428	9.230	4.076
7	足守川	撫川橋	4.378	1.690	4.475	3.300	6.004	3.638	9.375	3.706
8	笹ヶ瀬川	札場橋	4.974	3.428	5.827	4.700	7.694	5.263	13.137	6.042
9	笹ヶ瀬川	野山大橋	4.748	3.493	5.086	5.102	7.935	5.827	11.706	6.864
10	笹ヶ瀬川	相生橋	2.318	2.141	4.426	4.008	6.036	4.024	7.525	4.350
11	笹ヶ瀬川	笹ヶ瀬橋	2.688	2.189	4.925	4.153	6.213	4.459	7.927	5.671
12	笹ヶ瀬川	笹ヶ瀬新橋	2.608	2.994	5.038	4.764	5.875	4.684	6.866	5.897
13	鴨川	秀天橋	3.638	1.948	3.686	4.008	5.247	3.541	10.098	3.786
14	丙川	大曲用排水機場	3.831	4.539	6.615	11.782	9.545	6.374	11.610	7.992
15	大曲用水路	102番地用水路	6.342	5.440	13.231	7.243	8.515	5.521	15.774	6.670
16	妹尾川	妹尾川三連樋門	3.573	3.493	8.805	7.919	9.947	7.646	9.535	9.200
17	都桜川	藤田中学校裏	8.563	10.092	14.969	9.448	11.476	10.656	15.630	14.984
18	笹ヶ瀬川	藤田用排水機場	2.913	2.624	5.408	4.813	7.774	4.217	7.268	4.624
19	錦恵水川	錦恵水川	2.591	7.404	6.809	13.859	11.364	5.907	17.431	11.875
20	妹尾川	興陽高校前交差点	3.557	3.348	7.034	8.982	8.611	6.326	10.967	9.683
21	妹尾川	興陽高校前用水路	9.228	6.953	8.306	8.901	9.255	6.374	17.961	11.552
22	北七区用水路	北七区北側用水路	3.251	3.348	6.793	5.907	5.939	4.748	7.493	6.512
23	北七区用水路	北七区南側用水路	3.010	2.946	5.714	5.939	6.937	4.958	10.323	5.612
24	座主川	教育学部東側通門	2.125	1.384	3.863	3.815	3.702	2.785	5.548	2.852
25	笹ヶ瀬川	首部橋	4.748	3.477	6.358	5.521	7.823	5.666	12.751	6.993
26	観音寺用水	県総合グラウンド南	2.253	2.463	3.525	2.736	3.976	2.785	5.773	2.304
27	枝川用水	枝川緑道公園	2.012	1.819	3.557	2.559	5.022	2.559	4.663	2.272
28	東畦用水	東畦小学校前	3.670	2.141	5.473	5.923	7.211	4.829	11.160	4.544
29	相生川	岡山市総合文化体育館	2.270	1.819	3.219	3.107	5.360	4.909	4.133	4.173
30	妹尾川	妹尾公民館前新清戸橋	2.302	2.897	6.068	4.829	8.241	5.102	8.522	4.672

表3 児島湖内COD(懸濁態)濃度の経年的変化

調査地点	H25.9.27	H25.12.7	H26.9.26	H26.12.7	H27.9.26	H27.12.6	H28.9.23	H28.12.4
B1 (No. 6)	3.280	1.513	4.088	4.877	4.551	5.167	6.326	5.403
D1 (No. 5)	3.345	2.913	5.408	5.408	5.274	5.392	6.245	7.895
F1 (No. 4)	3.650	4.249	5.907	5.907	5.146	5.634	7.066	6.963
F3 (No. 3)	3.505	3.718	5.730	5.650	5.548	4.941	7.050	4.995
G2 (No. 2)	4.197	4.362	6.004	6.149	5.515	5.762	6.438	6.106
H1 (No. 1)	3.666	3.364	5.183	6.326	4.197	5.489	5.666	6.042
I1 (No. 7)	3.650	3.670	5.521	5.859	4.470	4.990	6.261	5.688
J1 (No. 8)	3.698	3.638	5.376	5.972	4.454	5.392	6.841	6.509

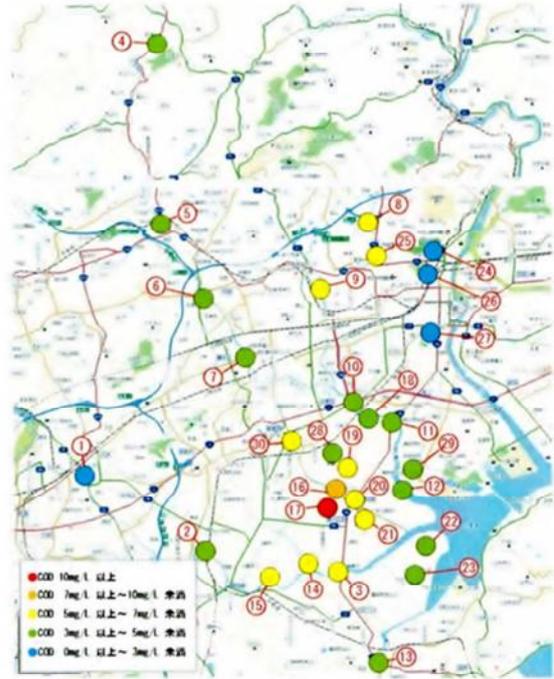
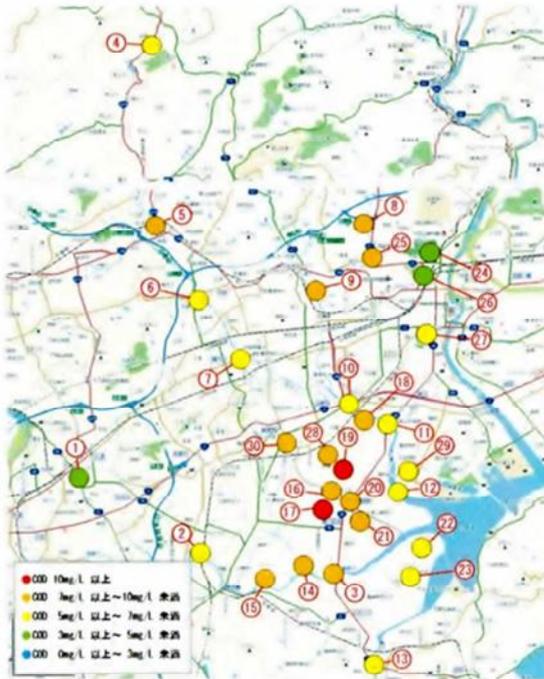
(mg/l)

注) 調査地点の括弧内の番号は地図上の番号を示す。

平成 27 年

児島湖流域 30 地点 灌漑期(6月 7日)

児島湖流域 30 地点 非灌漑期(12月 6日)



児島湖 灌漑期(9月 26日)

児島湖 非灌漑期(12月 6日)

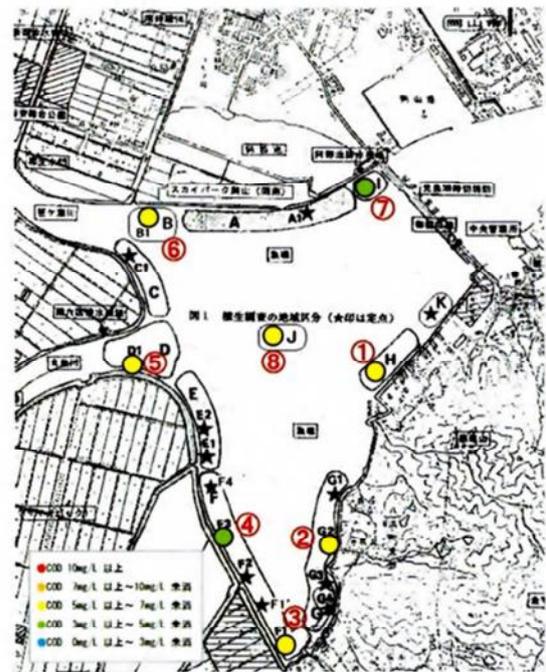
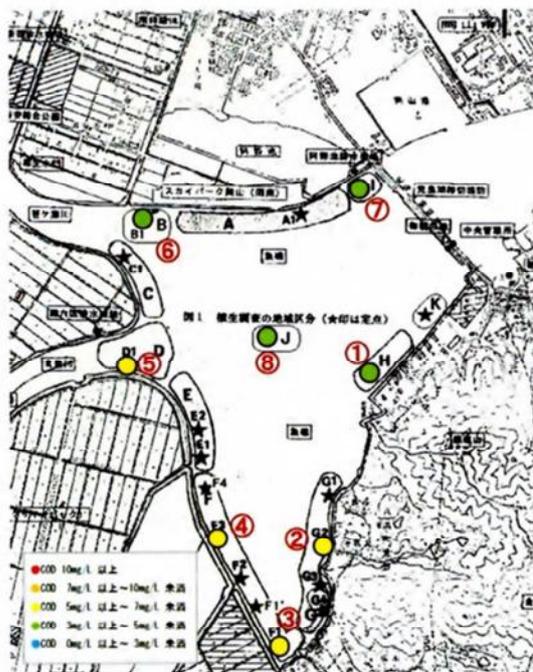


図 3 平成 27 年度児島湖流域 30 地点並びに児島湖内 8 地点の COD マップ

平成 28 年

児島湖流域 30 地点 灌漑期(6月21日)

児島湖流域 30 地点 非灌漑期(12月4日)

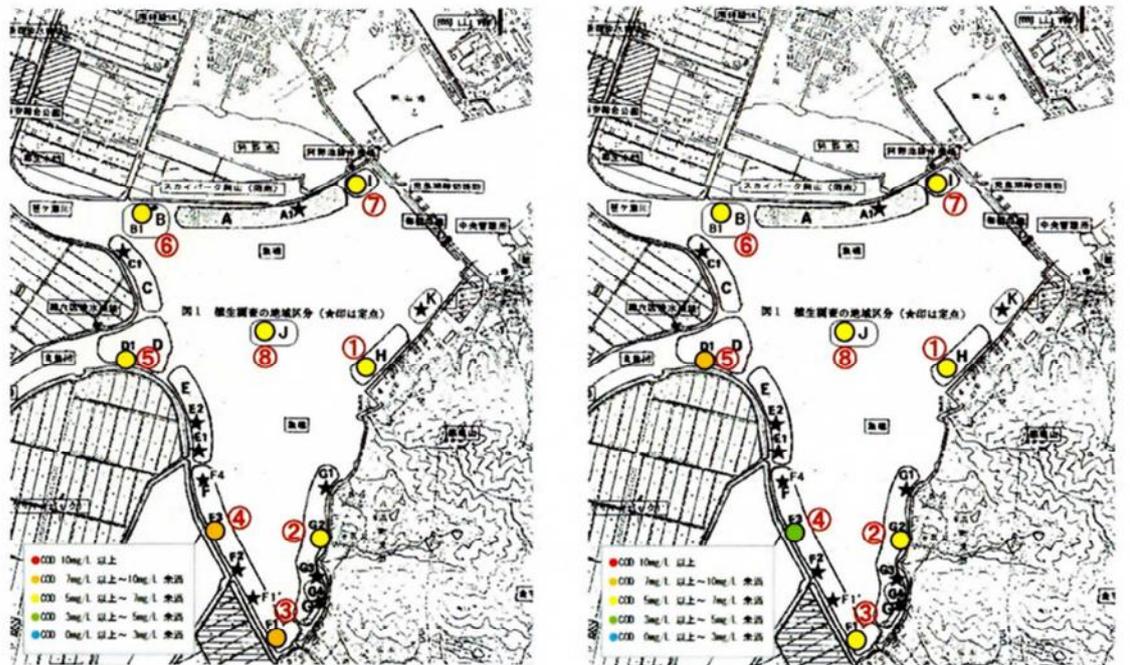
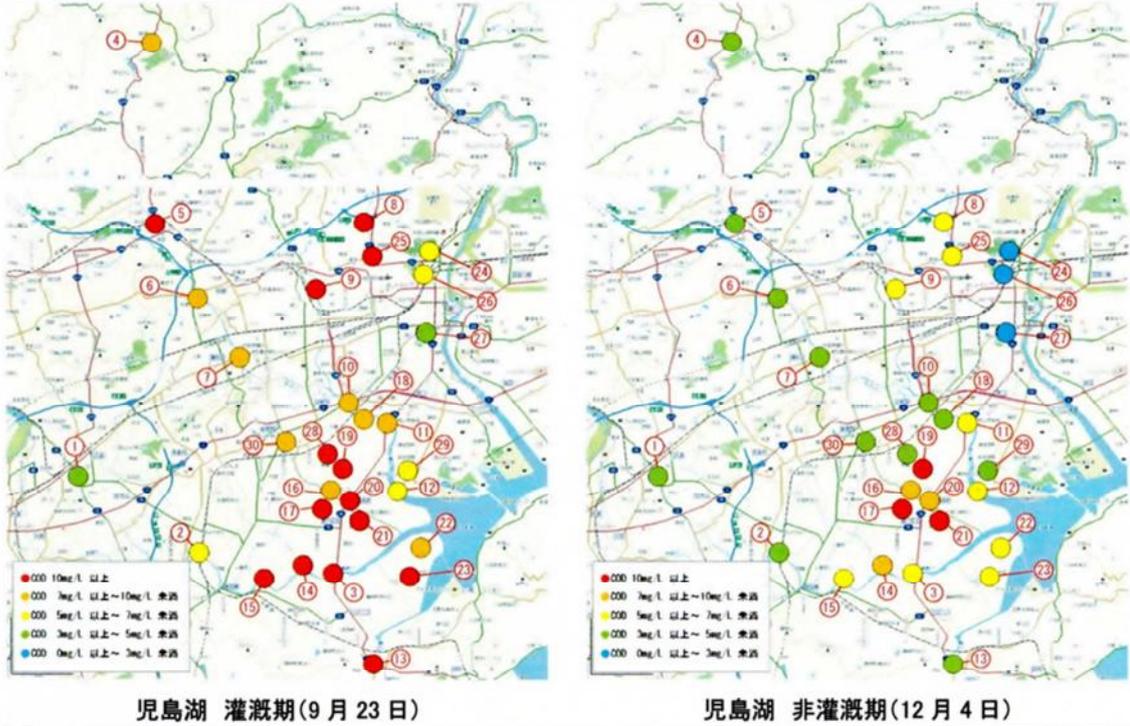


図4 平成28年度児島湖流域30地点並びに児島湖内8地点のCODマップ

次に図3の児島湖内8地点について検討すると、平成27年度は9月と12月共に大きな差異はなく3mg/L以上～7mg/L未満の緑色と黄色の丸印でまとまっている。一方、図4の平成28年度は平成27年度より総じて高い値で、9月と12月では有意な差は認められないものの、児島湖流域の影響を帯びて、やや9月の方が高い傾向にあった。特に③八浜漁港前は、例年ヒシやオニバス等の大群落が広がっていたのが、平成28年は群落が形成されなかったこととCODの値が高くなったこととが関係があるのか否かは検討する必要があると考える。

④平成28年度児島湖流域及び児島湖内の灌漑期・非灌漑期別の水質比較

表4に児島湖流域30地点における灌漑期（6月）の岡山大学環境理工学部植生管理学研究室における水質分析と児島湖エコウェブ等との現地調査による生き物調査を示した。同様に表6に灌漑期終期（10月）、表7に非灌漑期（12月）の結果を示した。また、各々に対応させて表5に児島湖内における灌漑期（9月）の21地点の水質分析結果を、表8に非灌漑期（12月）の8地点の水質分析結果を示した。

まず、表4-1、表6-1及び表7-1を比較すると、灌漑期6月におけるSS（浮遊物質）、無機態リン、アンモニア態窒素及び溶存態・懸濁態CODの値が、灌漑期終期（10月）及び非灌漑期（12月）よりかなり高いことが確認された。児島湖流域における水田は6月上旬に田植えが行われ、全国でも遅い傾向にあるが、農地攪乱並びに施肥等で肥料分が上流部より各水系に流入することが把握された。特に無機態リンについてはその傾向が強く、6月には1.486mg/Lが最高値であるが、10月の灌漑期終期には0.621mg/L、12月の非灌漑期では0.271mg/Lであった。これより、リンの流出は農作業との関係が深いことが示唆された。一方、硝酸態窒素とEC（電気伝導度）は非灌漑期の12月に高い傾向が認められた。クロロフィルa濃度は灌漑期終期の10月に高濃度の地点が多く認められた。しかしながら、非灌漑期の12月には地点数は限られているが、富栄養化が進んだ水系に非常に濃度の高い地点が確認された。

次にEC、無機態リン、アンモニア態窒素、硝酸態窒素、SS、溶存態・懸濁態CODの7項目で2項目以上に各調査時期にて高濃度の値を確認した地点を検討した結果、用排水路地点である大曲区（地点14、15）、藤田区（地点16、17、20、21）、東畦区（地点28）及び北七区（地点23）がいずれの時期においても汚濁地点として示された。この結果は過去の平成25年～27年においても確認されている⁴⁾。これらの水系は児島湖の水質に最も影響を及ぼす地域に位置しているので、今後の水質改善が望まれる箇所である。同様に河川地点でも該当する地点が認められた。すなわち、笹ヶ瀬川中流域（地点25）で6月はCOD濃度が高く、10月及び12月は無機態リン濃度と窒素濃度が高い傾向にあった。

表4-2、表6-2及び表7-2はそれぞれ現地調査にて確認した生物をまとめたが、10月の灌漑期に水生植物が多く確認されているが、12月には渡り鳥が多く飛来していることが把握され、これらの水系が野鳥の休息場所になっていることが認められた。ヨシ群落、自然護岸及び石積護岸にて確認された生物が多い傾向にはあったが、コンクリート護岸でも生

表4-1 児島湖流域30地点における水質分析（平成28年6月21日調査）

調査地点	気温 (°C)	水温 (°C)	pH	EC (mS/m)	PO ₄ -P (mg/l)	NH ₄ -N (mg/l)	NO ₃ -N (mg/l)	SO ₄ -S (mg/l)	Cl ⁻ (mg/l)	SS (mg/l)	COD			クロフィルa (mg/l)
											溶存態 (mg/l)	懸濁態 (mg/l)	比(懸濁態/溶存態)	
1	26.3	23.2	6.85	9.15	0.075	0.132	0.104	1.856	5.44	10.00	2.85	3.89	1.367	0.0000
2	27.2	23.9	6.92	14.90	0.130	0.342	0.408	2.911	9.39	17.35	5.11	6.96	1.362	0.0023
3	27.3	24.4	6.98	19.61	0.436	0.393	0.628	4.135	19.61	34.55	10.18	10.73	1.054	0.0081
4	24.9	19.4	7.45	13.45	0.034	0.129	0.513	3.387	4.61	9.65	8.12	8.91	1.097	0.0046
5	25.8	22.1	7.33	12.34	0.154	0.153	0.447	2.596	6.21	12.60	7.53	12.61	1.675	0.0059
6	26.3	22.1	6.97	10.40	0.237	0.168	0.408	2.283	4.78	14.60	7.85	9.23	1.176	0.0046
7	27.0	22.1	7.00	11.16	0.206	0.144	0.432	2.215	4.58	13.05	6.75	9.37	1.388	0.0061
8	22.2	21.8	7.09	9.83	0.135	0.086	0.257	2.692	3.46	20.30	11.88	13.14	1.106	0.0055
9	27.0	22.1	7.16	10.79	0.174	0.115	0.382	2.835	3.76	12.40	8.84	11.71	1.324	0.0129
10	29.8	28.1	7.04	12.11	0.184	0.155	0.446	2.729	5.77	12.60	6.66	7.53	1.130	0.0021
11	30.0	25.0	7.01	12.33	0.184	0.154	0.449	2.815	5.95	13.75	6.88	7.93	1.152	0.0015
12	28.5	25.8	7.07	13.65	0.143	0.187	0.534	2.989	7.40	12.00	6.17	6.87	1.112	0.0038
13	27.7	23.0	7.12	10.52	0.108	0.142	0.569	3.896	5.88	11.60	8.38	10.10	1.205	0.0027
14	27.9	24.2	6.86	20.57	0.493	0.550	0.677	4.121	24.08	53.55	10.28	11.61	1.130	0.0116
15	27.6	25.0	6.65	29.40	1.160	0.767	0.810	5.074	53.62	100.75	10.19	15.77	1.547	0.0148
16	29.2	27.1	6.89	18.80	0.494	0.366	0.697	3.559	22.05	45.60	7.91	9.54	1.205	0.0056
17	29.0	30.9	6.55	19.80	1.472	0.313	1.258	4.401	29.41	93.70	11.80	15.63	1.324	0.0145
18	28.8	24.7	6.97	12.15	0.186	0.189	0.447	2.848	5.43	10.50	6.64	7.27	1.094	0.0024
19	29.3	24.8	6.45	23.20	1.296	0.894	1.366	7.543	30.49	236.30	12.85	17.43	1.357	0.0217
20	29.2	28.8	6.88	22.90	0.723	0.463	0.720	4.926	33.86	53.75	9.20	10.97	1.192	0.0118
21	29.1	29.0	6.66	19.50	1.486	0.395	0.624	4.699	31.26	114.65	14.50	17.96	1.238	0.0078
22	28.9	27.2	7.04	22.20	0.399	0.362	0.743	5.031	23.75	28.45	6.98	7.49	1.074	0.0000
23	29.0	28.4	7.04	25.70	0.575	0.277	1.229	7.668	31.23	39.50	9.02	10.32	1.144	0.0000
24	27.9	23.0	7.26	11.52	0.060	0.140	0.525	2.452	5.56	6.70	4.50	5.55	1.232	0.0000
25	25.7	22.0	7.08	10.05	0.135	0.139	0.293	2.655	3.64	26.05	10.11	12.75	1.261	0.0001
26	27.8	22.9	7.30	11.45	0.056	0.169	0.556	2.556	5.17	6.60	4.65	5.77	1.242	0.0000
27	29.1	24.3	7.25	10.35	0.033	0.091	0.487	2.229	4.93	5.30	4.16	4.66	1.120	0.0000
28	29.5	27.8	6.85	20.50	0.719	0.932	0.970	5.474	19.42	44.90	9.37	11.16	1.190	0.0027
29	29.5	26.0	7.53	7.28	0.066	0.036	0.206	1.388	3.76	3.95	3.71	4.13	1.113	0.0000
30	30.1	24.2	7.01	11.98	0.229	0.195	0.469	2.387	6.90	16.85	7.08	8.52	1.205	0.0019

表4-2 児島湖流域30地点における生物調査（平成28年6月21日調査）

調査地点	流れ	護岸形態	確認された生物
1	無	石積護岸、コンクリート護岸	白鳥、錦鯉
2	緩やか	コンクリート護岸	カメ、シラサギ、ブラジルチドメグサ
3	緩やか	ヨシ群落	アメンボ、カメ、ヒシ、ホテイアオイ、ヨシ
4	有	自然護岸、コンクリート護岸ト	
5	緩やか	コンクリート護岸	
6		コンクリート護岸	
7	有	自然護岸	
8	有	コンクリート護岸	
9	有	自然護岸	カメ
10	緩やか	ヨシ群落	カメ、ヒシ、ヨシ、アオウキクサ
11	緩やか	ヨシ群落	アオサギ、カワウ、ヨシ
12	無	コンクリート護岸	
13	有	自然護岸	
14	無	ヨシ群落	
15	僅か	コンクリート護岸	アメンボ、ジャンボタニシの卵、ヨシ
16	僅か	コンクリート護岸	
17	僅か	コンクリート護岸	アオウキクサ
18	僅か	コンクリート護岸、自然護岸	カモ、トンボ、ヒシ、ヨシ、ヘビ、アメンボ、アオサギ、カメ
19	無	コンクリート護岸	アメンボ
20	僅か	コンクリート護岸	カメ
21	僅か	コンクリート護岸	トンボ
22	無	コンクリート護岸	アメンボ
23	無	コンクリート護岸	アメンボ
24	有	コンクリート護岸	
25	有	コンクリート護岸、自然護岸	
26	有	コンクリート護岸	アメンボ
27	有	コンクリート護岸、石積護岸	カワニナ
28	無	コンクリート護岸	カメ
29	無	コンクリート護岸	アオウキクサ、アゾラ、ヒシ、スジエビ
30	緩やか	コンクリート護岸	

表5 児島湖内21地点における灌漑期の水質分析(平成28年9月23日調査)

調査地点	気温 (°C)	水温 (°C)	pH	EC (mS/m)	PO ₄ -P (mg/l)	NH ₄ -N (mg/l)	NO ₃ -N (mg/l)	SO ₄ -S (mg/l)	Cl ⁻ (mg/l)	SS (mg/l)	COD			
											溶存態 (mg/l)	懸濁態 (mg/l)	比(懸濁態 /溶存態) (mg/l)	
A1	22.0	22.1	6.96	19.3	0.181	0.198	0.720	3.456	21.018	15.95	6.19	6.50	1.051	0.0044
B1(No.6)	21.6	21.7	6.96	18.9	0.154	0.181	0.810	3.266	13.911	17.70	5.21	6.33	1.215	0.0101
C1	20.6	21.6	6.93	14.5	0.163	0.155	0.840	3.170	6.859	22.20	5.85	6.25	1.067	0.0034
D1(No.5)	19.8	22.0	6.88	17.3	0.257	0.220	0.720	2.950	16.805	18.85	5.77	6.25	1.082	0.0127
E1	23.4	22.6	6.42	21.5	0.243	0.189	0.718	3.447	27.619	13.70	6.01	6.44	1.071	0.0044
E2	21.9	22.2	6.91	17.0	0.291	0.193	0.752	2.878	17.190	12.15	5.87	6.31	1.075	0.0050
F1(No.4)	26.2	24.3	6.88	33.9	0.146	0.062	1.696	6.957	48.901	18.80	5.82	7.07	1.214	0.0124
F2	25.0	23.2	6.78	26.1	0.211	0.163	0.979	4.562	36.432	15.40	5.79	6.20	1.071	0.0081
F2'	27.0	25.9	6.73	40.7	0.099	0.066	2.072	8.896	56.593	3.45	4.72	5.20	1.101	0.0022
F3(No.3)	24.9	22.6	6.59	20.3	0.226	0.170	0.714	3.301	24.967	15.65	5.82	7.05	1.212	0.0130
F4	23.5	22.8	6.34	20.3	0.231	0.186	0.735	3.324	25.181	15.00	5.59	7.11	1.274	0.0080
G1	28.0	23.8	7.14	27.4	0.183	0.134	1.067	5.140	40.303	17.00	5.61	6.29	1.122	0.0072
G2(No.2)	26.8	23.8	7.07	29.4	0.165	0.127	1.152	5.411	41.803	16.20	5.93	6.44	1.085	0.0096
G3	26.0	23.6	7.03	30.5	0.174	0.123	1.261	5.813	43.031	20.25	5.83	6.29	1.079	0.0081
G4	27.1	23.9	6.15	32.8	0.167	0.076	1.369	6.465	46.336	22.00	6.08	7.28	1.199	0.0115
H1(No.1)	26.8	23.4	7.16	25.9	0.199	0.184	0.824	4.185	37.354	13.95	5.07	5.67	1.117	0.0051
I1(No.7)	22.0	22.3	6.89	22.2	0.204	0.214	0.731	3.503	30.418	10.90	5.86	6.26	1.069	0.0061
J1(No.8)	27.0	23.0	7.17	15.8	0.204	0.136	0.787	2.983	14.664	13.15	6.34	6.84	1.079	0.0133
K1	20.9	23.5	7.16	25.8	0.197	0.200	0.771	3.955	36.639	34.35	5.33	7.10	1.332	0.0121
笹ヶ瀬新橋	21.5	21.4	6.96	12.8	0.145	0.139	0.840	3.901	13.722	26.75	4.93	6.26	1.271	0.0042
新倉敷川橋	20.2	21.9	6.92	19.7	0.214	0.281	0.761	2.817	5.239	15.35	5.22	5.78	1.108	0.0129

注) 調査地点の()は非灌漑期の12月調査の地点に準じる。

表6-1 児島湖流域30地点における水質分析（平成28年10月4日調査）

調査地点	気温 (°C)	水温 (°C)	pH	EC (mS/m)	PO ₄ -P (mg/l)	NH ₄ -N (mg/l)	NO ₃ -N (mg/l)	SO ₄ -S (mg/l)	Cl ⁻ (mg/l)	SS (mg/l)	COD			クロロフィルa (mg/l)
											溶存態 (mg/l)	懸濁態 (mg/l)	比(懸濁態/溶存態)	
1	26.0	24.8	7.23	28.30	0.067	0.048	0.405	6.276	15.49	3.40	2.89	3.39	1.172	0.0029
2	26.2	25.1	7.17	33.20	0.167	0.165	0.866	6.493	17.48	8.60	5.79	7.09	1.225	0.0151
3	26.9	25.7	7.20	24.90	0.120	0.047	0.851	6.010	14.49	10.40	5.89	7.06	1.199	0.0201
4	24.5	20.8	7.56	26.40	0.023	0.015	1.613	10.381	9.79	3.90	4.68	5.23	1.117	0.0008
5	23.7	21.5	7.44	15.00	0.062	0.026	0.534	3.812	8.28	9.35	4.49	4.84	1.079	0.0011
6	24.1	22.7	7.21	14.73	0.067	0.029	0.746	3.427	7.08	11.90	4.18	5.03	1.204	0.0031
7	24.6	23.1	7.30	14.82	0.078	0.035	0.672	3.205	6.54	8.35	4.13	4.47	1.082	0.0027
8	23.0	22.8	6.69	15.24	0.069	0.043	0.590	5.139	6.43	4.50	5.42	6.06	1.119	0.0036
9	22.8	23.6	6.95	17.80	0.132	0.091	0.764	5.822	8.29	10.00	5.89	6.88	1.169	0.0034
10	30.0	25.8	7.01	17.30	0.135	0.072	0.816	4.499	9.79	3.35	4.87	5.47	1.122	0.0011
11	30.2	26.1	7.05	17.83	0.131	0.051	0.754	4.319	9.76	8.80	4.79	5.87	1.225	0.0014
12	28.1	25.8	7.12	18.50	0.109	0.048	0.697	4.588	11.26	6.90	5.72	6.30	1.101	0.0151
13	27.5	24.6	7.46	12.36	0.060	0.017	0.449	4.154	6.02	3.60	3.78	4.63	1.226	0.0035
14	26.5	25.0	7.03	32.40	0.167	0.048	0.696	6.225	17.87	19.15	6.48	9.05	1.397	0.0248
15	26.8	24.8	6.94	64.80	0.328	0.223	0.439	8.299	26.89	34.10	6.53	10.08	1.544	0.0272
16	28.9	26.1	7.35	30.50	0.179	0.105	0.680	5.504	17.55	18.90	6.75	8.57	1.269	0.0383
17	29.6	26.2	7.10	52.90	0.621	0.055	0.423	7.659	24.37	28.90	7.46	9.63	1.291	0.0548
18	28.0	25.5	7.10	18.10	0.125	0.079	0.769	4.587	10.35	5.20	4.71	5.18	1.099	0.0026
19	28.9	26.1	7.29	18.10	0.151	0.099	0.782	4.570	10.77	8.50	5.23	5.74	1.098	0.0010
20	29.0	26.8	7.37	32.40	0.186	0.092	0.773	5.532	18.13	11.10	6.11	7.65	1.253	0.0296
21	28.5	27.0	7.38	55.40	0.312	0.130	0.366	9.289	24.25	17.00	6.50	7.30	1.124	0.0033
22	28.2	25.9	7.34	26.20	0.160	0.021	0.596	6.031	16.20	10.95	5.98	7.38	1.234	0.0252
23	29.0	25.5	7.20	25.20	0.137	0.032	0.790	6.639	15.88	16.10	5.87	6.80	1.159	0.0170
24	26.8	22.0	7.81	9.93	0.043	0.064	0.618	1.969	5.67	7.10	2.94	3.26	1.109	0.0020
25	23.0	23.2	6.13	17.46	0.152	0.141	0.819	5.238	7.62	5.00	5.37	5.77	1.075	0.0008
26	26.8	22.6	8.07	10.23	0.060	0.152	0.457	1.930	5.31	4.35	2.77	3.12	1.128	0.0048
27	27.0	22.5	8.26	9.14	0.023	0.007	0.474	1.993	5.35	3.45	2.40	2.70	1.128	0.0000
28	30.0	26.2	7.29	23.70	0.190	0.154	0.717	4.182	14.13	12.10	5.16	5.77	1.118	0.0041
29	27.5	25.8	7.65	17.82	0.076	0.047	0.689	3.158	12.45	5.00	3.25	3.79	1.168	0.0032
30	29.3	26.2	7.21	39.10	0.180	0.285	1.603	12.369	17.23	8.60	6.48	8.47	1.308	0.0334

表6-2 児島湖流域30地点における生物調査（平成28年10月4日調査）

調査地点	流れ	護岸形態	確認された生物
1	無	石積護岸、コンクリート護岸	白鳥、錦鯉、フナ、ブラックバス
2	無	コンクリート護岸	マツモ
3	無	ヨシ群落	オオカナダモ、ウキクサ、ホテイアオイ、ヨシ、カメ
4	速い	自然護岸、コンクリート護岸	
5	緩やか	コンクリート護岸	オオカナダモ
6	無	コンクリート護岸	カルガモ、アオサギコサギ、セキショウモ(切れ藻)、オオカナダモ
7	緩やか	自然護岸	
8	緩やか	コンクリート護岸	
9	緩やか	自然護岸	
10	無	ヨシ群落	オオカナダモ、ウキクサ、ヨシ、ヒシ、ホテイアオイ、マツモ、アゾラ、カルガモ、カメ、ブラックバス
11	緩やか	ヨシ群落	ヨシ、ウキクサ、オオカナダモ
12	緩やか	コンクリート護岸	ヨシ、オオカナダモ、ホテイアオイ
13	緩やか	自然護岸	ブラックバス
14	無	ヨシ群落	ヨシ、オオカナダモ、ウキクサ、ウチワゼニグサ、ブラジルチドメグサ
15	無	コンクリート護岸	ヨシ、オオカナダモ、スクミンゴガイの卵
16	緩やか	コンクリート護岸	カメ
17	無	コンクリート護岸	スクミンゴガイ
18	緩やか	コンクリート護岸、自然護岸	ヒシ、オオカナダモ、セキショウモ(切れ藻)
19	無	コンクリート護岸	
20	緩やか	コンクリート護岸	
21	無	コンクリート護岸	カメ、ドブ貝
22	緩やか	コンクリート護岸	
23	無	コンクリート護岸	
24	速い	コンクリート護岸	
25	緩やか	コンクリート護岸、自然護岸	カワニナ属
26	緩やか	コンクリート護岸	オオカナダモ、クロモ、セキショウモ、センニンモ、カワニナ
27	緩やか	コンクリート護岸、石積護岸	エビモ、オオカナダモ、ササバモ、セキショウモ
28	無	コンクリート護岸	
29	緩やか	コンクリート護岸	アゾラ、アオウキクサ、オオカナダモ、セキショウモ(切れ藻)、クロモ、コイ
30	無	コンクリート護岸	カメ、ウキクサ

表7-1 児島湖流域30地点における水質分析（平成28年12月4日調査）

調査地点	気温 (°C)	水温 (°C)	pH	EC (mS/m)	PO ₄ -P (mg/l)	NH ₄ -N (mg/l)	NO ₃ -N (mg/l)	SO ₄ -S (mg/l)	Cl ⁻ (mg/l)	SS (mg/l)	COD			クロロフィルa (mg/l)
											溶存態 (mg/l)	懸濁態 (mg/l)	比(懸濁態/溶存態)	
1	11.0	10.5	6.97	15.09	0.039	0.033	0.532	2.719	6.47	3.65	2.13	3.24	1.523	0.0010
2	11.0	10.8	7.24	29.00	0.118	0.143	0.704	5.186	34.94	7.40	4.45	4.64	1.043	0.0023
3	9.6	11.3	7.42	43.60	0.129	0.185	0.799	5.764	43.41	11.80	4.73	5.13	1.085	0.0023
4	8.8	8.7	7.42	19.80	0.038	0.024	1.223	4.820	9.71	2.75	3.63	3.87	1.067	0.0036
5	10.9	10.1	6.65	27.90	0.075	0.042	0.490	4.692	21.14	3.10	3.80	4.48	1.178	0.0036
6	9.3	10.2	7.26	16.13	0.046	0.014	0.548	2.848	8.08	3.50	3.83	4.08	1.063	0.0006
7	12.5	10.3	7.07	16.36	0.043	0.023	0.508	2.848	8.23	3.35	3.56	3.71	1.041	0.0021
8	11.0	10.0	7.81	18.00	0.155	0.162	0.871	6.131	13.89	3.90	4.87	6.04	1.242	0.0021
9	12.0	10.0	7.88	20.60	0.218	0.291	1.262	6.285	15.41	11.05	6.17	6.86	1.112	0.0032
10	11.2	10.0	7.79	16.80	0.110	0.091	0.651	4.210	20.51	4.60	4.19	4.35	1.038	0.0000
11	9.2	8.8	6.74	24.10	0.125	0.099	0.663	4.075	16.39	4.80	5.32	5.67	1.067	0.0000
12	10.0	9.0	6.94	22.70	0.081	0.063	0.683	5.549	21.72	8.65	5.74	5.90	1.028	0.0019
13	9.5	10.1	7.40	20.90	0.072	0.031	0.408	4.299	7.83	5.10	3.22	3.79	1.175	0.0023
14	10.2	10.5	7.21	38.00	0.129	0.168	0.854	6.102	67.92	19.55	6.17	7.99	1.295	0.0248
15	10.2	10.1	7.21	41.60	0.147	0.204	0.766	6.153	75.09	14.30	5.96	6.67	1.119	0.0042
16	11.0	11.0	7.52	32.40	0.092	0.162	0.798	7.294	94.15	18.75	6.99	9.20	1.316	0.0555
17	12.0	10.0	8.39	132.80	0.206	1.051	3.047	25.305	340.46	36.65	8.86	14.98	1.691	0.1617
18	8.0	8.9	7.08	20.10	0.110	0.128	0.670	4.155	17.74	4.10	3.92	4.62	1.181	0.0031
19	13.2	7.0	8.24	52.30	0.028	0.036	0.632	8.522	108.50	21.30	6.73	11.87	1.763	0.0957
20	10.5	11.0	8.03	47.60	0.077	0.040	0.896	7.527	92.79	18.20	6.17	9.68	1.569	0.0604
21	10.5	9.5	7.81	81.50	0.070	0.314	1.042	10.153	186.66	34.00	6.33	11.55	1.824	0.1195
22	11.2	10.8	8.06	36.70	0.066	0.033	0.471	6.366	56.20	9.65	5.02	6.51	1.298	0.0236
23	11.8	11.2	7.46	54.20	0.117	0.119	0.754	6.225	49.25	10.35	5.34	5.61	1.051	0.0090
24	10.3	11.0	7.37	11.52	0.062	0.100	0.455	2.225	6.62	2.15	2.47	2.85	1.157	0.0030
25	10.5	10.0	7.60	20.10	0.271	0.322	1.636	6.080	15.02	4.30	5.95	6.99	1.176	0.0039
26	11.0	11.0	6.94	6.74	0.025	0.031	0.330	2.109	5.56	1.75	2.05	2.30	1.126	0.0038
27	10.5	11.0	6.48	10.27	0.028	0.020	0.338	2.170	5.87	2.10	1.82	2.27	1.248	0.0022
28	6.0	10.0	7.30	20.80	0.126	0.123	0.748	3.809	16.63	6.40	3.82	4.54	1.190	0.0030
29	9.8	9.0	7.07	24.10	0.065	0.086	0.408	3.116	33.42	7.90	3.72	4.17	1.121	0.0004
30	9.6	7.7	7.21	22.20	0.128	0.206	0.922	4.206	18.10	5.20	4.33	4.67	1.078	0.0021

表7-2 児島湖流域30地点における生物調査（平成28年12月4日調査）

調査地点	流れ	護岸形態	確認された生物
1	-	石積護岸、コンクリート護岸	
2	-	半自然護岸	
3	無	ヨシ群落	ヨシ、カワウ
4	-	自然護岸、コンクリート護岸	ヌートリア、ヌママツ、ドンコ
5	-	コンクリート護岸	ヒドリガモ、カルガモ、ヨサギ、カワウ
6	-	コンクリート護岸	ミシシippアカミミガメ
7	緩やか	自然護岸	カワセミ、カモ、フナ
8	-	コンクリート護岸	マツモ
9	-	半自然護岸	
10	緩やか	自然護岸	
11	有	ヨシ群落	カメ、オオバン、カワウ、カワセミ、オオカナダモ、セキショウモ
12	緩やか	コンクリート護岸	オオカナダモ、セキショウモ、魚
13	やや速	自然護岸	ヨシ、クサヨシ
14	無	ヨシ群落	ジャンボタニシ卵塊
15	無	コンクリート護岸	
16	緩やか	コンクリート護岸	
17	緩やか	コンクリート護岸	
18	無	コンクリート護岸、自然護岸	オオカナダモ、セキショウモ、ヒドリガモ
19	無	コンクリート護岸	
20	-	半自然護岸	
21	-	コンクリート護岸	
22	無	コンクリート護岸	
23	緩やか	コンクリート護岸	
24	有	コンクリート護岸	鳥類
25	-	自然護岸	
26	-	コンクリート護岸	小魚、カワニナ
27	有	コンクリート護岸、石積護岸	セキショウモ
28	緩やか	コンクリート護岸	
29	無	コンクリート護岸	セキショウモ、オオバン
30	有	コンクリート護岸	

表8 児島湖内8地点における水質分析 (平成28年12月4日調査)

調査 地点	気温 (°C)	水温 (°C)	pH	EC (mS/m)	PO ₄ -P (mg/l)	NH ₄ -N (mg/l)	NO ₃ -N (mg/l)	SO ₄ -S (mg/l)	Cl ⁻ (mg/l)	SS (mg/l)	COD			
											溶存態 (mg/l)	懸濁態比(懸濁態 /溶存態) (mg/l)		
B1(No.6)	5.7	11.2	7.40	43.50	0.094	0.130	0.593	7.314	103.13	16.15	4.41	5.40	1.226	0.0057
D1(No.5)	5.9	10.0	7.14	34.60	0.131	0.260	0.781	6.405	54.87	42.75	5.69	7.90	1.387	0.0141
F1(No.4)	6.3	13.1	7.33	57.70	0.071	0.043	1.255	12.325	132.95	20.10	5.48	6.96	1.270	0.0145
F3(No.3)	6.3	11.9	7.51	73.30	0.061	0.053	0.767	13.033	202.75	13.90	4.21	4.99	1.186	0.0141
G2(No.2)	6.7	12.9	7.57	69.40	0.069	0.024	0.776	11.142	168.14	26.90	4.47	6.11	1.366	0.0243
H1(No.1)	7.1	12.5	7.59	60.00	0.070	0.044	0.780	11.128	155.80	17.90	4.61	6.04	1.309	0.0174
I1(No.7)	5.8	12.4	7.65	65.00	0.069	0.074	0.614	10.863	173.06	14.50	4.41	5.69	1.291	0.0169
J1(No.8)	6.2	11.3	7.68	71.50	0.058	0.051	0.705	12.197	195.27	17.40	5.79	6.51	1.124	0.0116

注)調査地点の括弧内の番号は地図上の番号を示す。

物は確認されている。

次に灌漑期である9月23日に児島湖内21地点において水質調査を実施した結果を表5に、非灌漑期の12月4日に児島湖内8地点において水質調査を行った結果を表8に示した。表5によると、無機態リン濃度と硝酸態窒素濃度は児島湖の締切堤防と反対側に位置して、例年、ヒシ等の水生植物群落が多く発生するF地域とG地域にて高かった。また、倉敷川河口域のD地域(No.5)も高い傾向にあった。しかしながら、平成28年はヒシの生育初期である5月～6月は日照不足で全くヒシ群落やオニバス群落が発生しなかった。そのことが関係しているのか、平成27年度と比較して総ての地点で濃度が高い傾向にあった。

一方、灌漑期(9月)の結果を示した表5と非灌漑期(12月)の結果を示した表8を比較したところ、無機態リン濃度とアンモニア態濃度は灌漑期で非常に高いことが確認された。硝酸態濃度もやや灌漑期で高い傾向にあった。pHの値は灌漑期の方が弱酸性を示し、非灌漑期中性よりやや塩基性であった。逆にEC(電気伝導度)は非灌漑期で非常に高かった。懸濁態CODとクロロフィルa濃度は両者で大きな差異は認められなかった。両時期ともに倉敷川河口域のD地域(No.5)は8調査地点の中で比較的高い値を示した。児島湖流域の水質分析結果が、最終集水域である児島湖の水質分析結果と連動していることから、児島湖の水質改善には流域の水質改善が不可欠であることが再確認された。

また、児島湖には笹ヶ瀬川と倉敷川の2つの2級河川が流入しているが、いずれの時期も倉敷川からの汚濁の影響が笹ヶ瀬川より大きいことも把握された。

5-2. 児島湖流域の農業従事者に対するアンケート調査

各調査地区におけるアンケートの回収数は大曲が54部、都六区が53部、北七区が57部であり、3地区とも95%以上の高い回収率であった。回答者の年代は、60代以上の割合が北七区67%、大曲87%、都六区83%であり、北七区で平均年齢が63.3歳であった。大曲、都六区の両地区においては、さらに高齢化の傾向にあった。また、児島湖の水質問題への関心度について質問した結果、3地区ともに70%以上の農家が「関心がある」と回答し、児島湖の水質への一定の関心があることが認められた。

北七区は平成19年度より岡山県において流出水対策地区に指定されており、従来の肥料よりもリンやカリウム含有量の少ないL字型肥料を用いる環境保全型農業の普及・定着に向けた水田排水対策が実施されている。その背景よりL字型肥料の使用の有無を問うアンケート設問を重視したが、北七区の回答者の38%がL字型肥料を「使用している」と回答した。一方で、「使用していない」を選択した62%回答者のうち、「導入を前向きに検討している」と回答した割合は6%で、大半の74%が「どちらともいえない」と回答している。なお、他の肥料より購入価格が安いという理由からL字型肥料を導入したという実情をヒアリングで把握している。

都六区、大曲の2地区についてもL字型肥料に限らず、環境保全型の肥料を「使用している」と回答した割合はそれぞれ29%、20%であった。また、使用していない回答者のう

ち各 32%、16%が「導入を前向きに検討している」と回答し、今後の導入について「どちらともいえない」を選択しているのは各 46%、84%の回答であった。従って、都六区は3区の中で比較的、環境保全型農業導入の意欲が高いと考えられた。一方、「どちらともいえない」を選択した回答者に対して、「児島湖流域全体に環境に配慮した農業を普及させるにあたり、重要と思われる項目」を問う質問の選択結果（複数回答）を図5に示した。図5によると、各地区で環境保全型農業を推進し、効果的なリン対策を実施するためには「どちらともいえない」を選択している回答者に対して、「環境に配慮した農業に取り組むメリット」、「水質などの環境指標に関する情報の提示」、「行政の取り組みに関する情報発信」といった取り組みによって推進を図る必要があることが示唆された²⁾。

これらの児島湖に隣接する農業地域における農業従事者の意識調査は、現在、窒素やリンの汚濁源として農耕地が注視されており、環境保全型農業の推進により汚濁源を減少させる意図から、今後の水質改善に向けて重要な情報が得られたと考える。

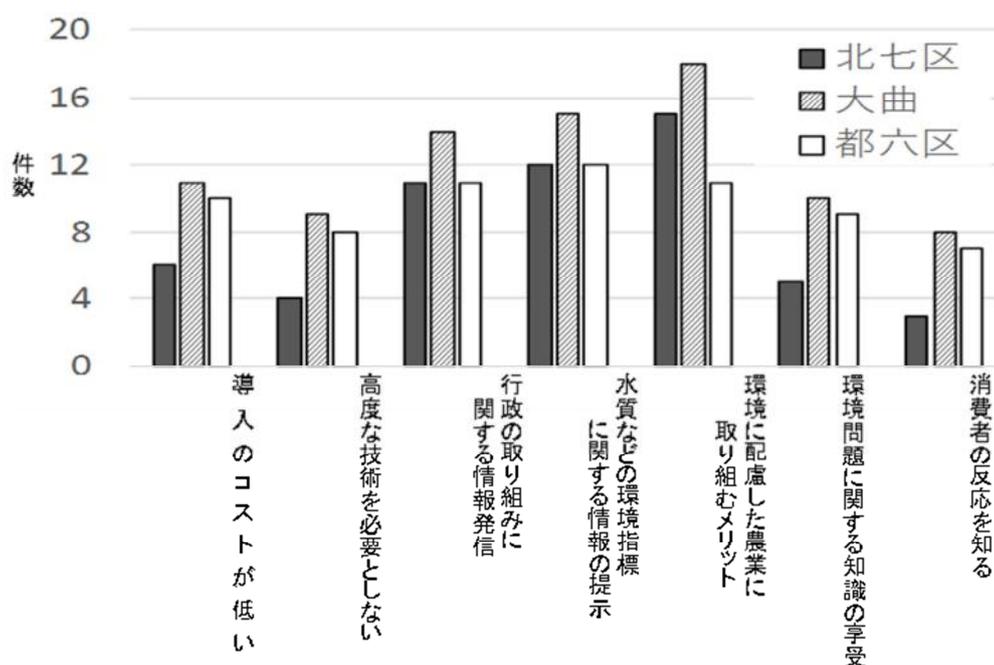


図5 児島湖流域全体に環境に配慮した農業を普及させるにあたり重要と思われる項目²⁾

6. まとめ

児島湖は、岡山県南部に位置する湖面積 10.88km² の人造湖であり、沿岸農用地の用水の確保、塩害の一掃及び排水改良を目的として、国営児島湾沿岸農業水利事業により昭和 34 年に誕生した。児島湖は閉鎖性水域であり、人口の増加や産業活動の活発化に伴い、生活排水や産業排水の流入量が増大し、水質汚濁の問題が顕在化した。昭和 60 年 12 月に湖沼水質保全特別措置法に基づく指定湖沼に指定されて以来、5 年毎に策定される「児島湖に係る湖沼水質保全計画」に基づき、行政と県民等が一体となり、対策を推進してきた。その結果、児島湖湖心の COD 及び全窒素は、平成 7 年度以降徐々に改善される傾向にある^{5・6}。

現在、平成 32 年度を目標年度（平成 28 年度から 5 年間）とする「第 7 期湖沼水質保全計画」を策定したところである。平成 32 年度の水質目標値は、化学的酸素要求量（75% 値）6.8 mg/L、全窒素（年平均値）1.0 mg/L、全りん（年平均値）0.15 mg/L と定めた^{5・6・7}。さらに、平成 37 年頃の長期ビジョンの達成に向けて、下水道等の早期整備と高度処理の推進、下水道等への接続促進、くみ取り、単独処理浄化槽の早期廃止と合併処理浄化槽、高度合併処理浄化槽への転換、旭川・高梁川から取水されている農業用水の再利用、環境用水の導水、ヨシ原の管理等による自然浄化機能の再生への取組、農地からの汚濁負荷削減を目指した環境保全型農業の普及促進を図る計画である。平成 37 年頃までに水質を透明度 1 m 程度、化学的酸素要求量 6mg/L 程度まで改善し、県民が訪れ・遊び・学べる児島湖を創造することを掲げている^{5・6・7}。

本研究の目的は上述した児島湖の現況解析と改善への提言を地域と大学のコラボで考えることにある。平成 28 年の灌漑期と非灌漑期に「児島湖流域エコウェブ」と「岡山大学環境理工学部実践型環境教育受講生」が合体して児島湖流域及び児島湖内の水質調査・生物調査を実施することが出来た。COD バックテストで簡易な調査であったにも拘わらず、調査結果はその後に岡山大学環境理工学部植生管理学研究室で分析した水質結果と傾向は同じであったことが確認された。この事実は今後、小学生から年配者にいたるまで、地元住民との協働調査の意義が実証されたことになり、また大学における詳細で正確な水質分析の値を地元へ提示することとなり、互いに良好な関係が保持されたと考える。

さらに、灌漑期と非灌漑期別に水質汚濁の現況を解析した結果、児島湖流域においては、過去 4 年間の結果と同様に⁴、富栄養化に関与するリン濃度と窒素濃度が非灌漑期と比較して高濃度であることが再確認された。さらに児島湖内も流域からの流入により同じ傾向が把握された。これは、農作業に伴う汚濁負荷であることが推察され、流域における農業活動に関するアンケート調査は今後の改善方策の模索に役立つものとなった。さらに懸濁態 COD に関しても、流域では 6 月の灌漑期で高い傾向にあり、12 月で低くなる傾向にあった。平成 27 年と 28 年はその傾向が強く現れた。今回、地元住民や学生に配布するためにリーフレット（参考資料）を作成したが、その中に記載されている COD マップが、その傾向を顕著に示している。一方、児島湖内においては、流域ほどには灌漑期と非灌漑期に顕著な差異が認められなかった。

平成 28 年は「児島湖に係わる第 6 期湖沼水質保全計画」策定後の実績値の評価並びに第 7 期児島湖湖沼水質保全計画の策定に関する岡山県の検討委員会が頻繁に開催された。その折、委員会にて本研究の結果を紹介することがあり、さらに生物多様性の視点から長期水質改善の COD 目標値（75%値）が環境基準値の 5mg/L から 6mg/L に緩和されたが、本研究からの提言に通じるものとなった。

一方、平成 28 年は春期から夏期にかけて長雨と日照不足が続き、さらに台風等の影響も大きく児島湖の水位変動が激しかった。その結果、過去に前例がないほどヒシやオニバス等の浮葉植物の群落が発生しなかった。さらに大きなヒメガマ群落が 2 カ所で消滅した。地下部が総て腐っていることが確認された。それに対応して児島湖内の水質も平成 27 年より総てが悪化して、COD（75%値）は 7.2mg/L から 8.0 mg/L、全窒素（年平均値）1.1mg/L から 1.2 mg/L、全りん（年平均値）0.17mg/L から 0.18 mg/L となった⁷⁾。第 7 期の初年度でこのような状況は課題が残るが、今後、気象条件と生物多様性並びに水質との相関関係を正しく把握する必要がある、現在、解析を始めている^{1・2)}。引き続き、地域と大学がコラボして児島湖流域及び児島湖内の水質改善に努めることが肝要と思われる。

参考文献

- 1) 門脇孝弘・沖陽子・中嶋佳貴・足立忠司（2008）：主成分分析を用いた岡山県南部における水生雑草発生環境要因の解析 雑草研究 53(別) 日本雑草学会。
- 2) 門脇孝弘（2017）：公益財団法人八雲環境科学振興財団 平成 28 年度環境研究助成報告書（印刷中）
- 3) 児島湖流域エコウェブ HP <http://www.kojimako-eco.net/>
- 4) 中嶋佳貴、沖陽子、門脇孝弘、山田貴都（2016）：児島湖流域における水質汚濁の現況の時期別並びに経年変化の解析. 農業農村工学会全国大会講演要旨集 pp.811-812.
- 5) 岡山県（2017）：児島湖に係わる第 7 期湖沼水質保全計画. 22pp.
- 6) 岡山県（2017）：児島湖ハンドブック. 67pp.
- 7) 岡山県（2017）：育てよう！ 美しい児島湖. 20pp.