

礼文島への観光客が下水処理場の汚濁負荷に与える影響と 放流先河川の水質

白 幡 和 也¹⁾・松 村 芳 樹¹⁾・只 野 優¹⁾
荒 木 奈 津 子²⁾・中 谷 暢 丈¹⁾

The effect of tourists on the pollutant load in the sewage plant and the water quality of the stream receiving the sewage plant effluent in Rebun Island

Kazuya SHIRAHATA¹⁾, Yoshiki MATSUMURA¹⁾, Masaru TADANO¹⁾,
Natsuko ARAKI²⁾ and Nobutake NAKATANI¹⁾
(Accepted 26 July 2011)

1. はじめに

北海道の利尻島や大島等の離島は、一般的に人口は少なく、人為的な汚濁発生源も人口の集中する都市域に比べると極端に少ない。そのため、離島には豊かな自然環境や生態系がそのままの形で残されていることが多く、これを観光資源や産業とすることで、毎年多くの観光客が訪れている離島もある。そのため、離島での産業を維持するためにも、動植物の保護等の自然環境や生態系を維持しつつ、水産資源の維持管理や生活環境の保全等を進めていく必要がある。

礼文島は、稚内市の西方 60 km の日本海上に位置する北海道の離島の一つである(図 1)。標高 490 m の礼文岳を中心とした丘陵性地形の島で、面積は 80.95 km² で、島面積の約半分は、利尻礼文サロベツ国立公園に指定されており、高山植物が豊富に咲き誇る「花の島」として人気を誇るとともに、奇岩が多い絶景の島となっている。これらを目当てに、春から夏にかけて月に数万人もの観光客が訪れる。この礼文島は、礼文町に昇格した 1959 年に人口が最も多く、約 1 万人程度の島民が生活していた。しかしながら、人口は年々減少し、現在では約 3,000 人程度となっている(図 2)。一方、1945 年度以降に調べられている世帯数約 1,500 に大きな変化は見られず、ほぼ一定の推移を示している。これらのことは、若者の都市への流出や少子高齢化による人口の減少に加え、1 人暮らしを中心とした核家族化が進行しているものといえる¹⁾。このように、礼文島に居住す

る人口は観光客数よりもはるかに少なく、観光客が島に訪れることでの影響は大きいと推測される。

一般的に、離島全般において水資源の確保や保全是重要な課題であり、少ない水資源を有効利用した簡易水道施設等の整備が行われてきた。更に、離島の下水道普及率等は増加傾向にあるが、未だに水資源の確保は難しく、安定した水供給が課題となっている離島も多い²⁾。水資源に限られている離島では、地下水が重要とされているが、地面のコンクリート被膜による浸透水不足、過剰の観光客による過度の水利用等で水不足が進行すると考えられる。礼文島での汚水処理人口普及率は、平成 22 年現在で 53.8% と離島の中でも大幅に遅れている³⁾。今後、汚水処理人口普及率の増加により、生活排水が直接河川等へ流れこむことはなくなるため、河川や湖沼、海域の水質汚濁は通常減少するものと考えられる。特に、多くの観光客を迎え入れている礼文島において、下水道普及率の向上により観光地の適切なし尿処理が行われることは、観光や産業資源となっている自然環境の保全において重要と思われる。しかしながら、小さな離島の河川は小規模なため、下水道によって集中的に処理された下水処理水の河川への放流は、かえって河川の水質を大幅に変える可能性が高い。

日本で行われている下水の最終処理工程として、長年の実績と取扱いの簡便さから主に塩素消毒を行っているが、残留塩素による生態系への影響やトリハロメタン等の副生成物の問題が指摘されている⁴⁾。礼文島に設置されている下水処理場(香深アク

¹⁾ 酪農学園大学環境システム学部生命環境学科水質化学研究室

Laboratory of Water Chemistry, Department of Biosphere and Environmental Sciences, Faculty of Environment Systems, Rakuno Gakuen University, Ebetsu, Hokkaido 069-8501, Japan

²⁾ 酪農学園大学環境システム学部特任研究員

Researcher, Faculty of Environment Systems, Rakuno Gakuen University, Ebetsu, Hokkaido 069-8501, Japan

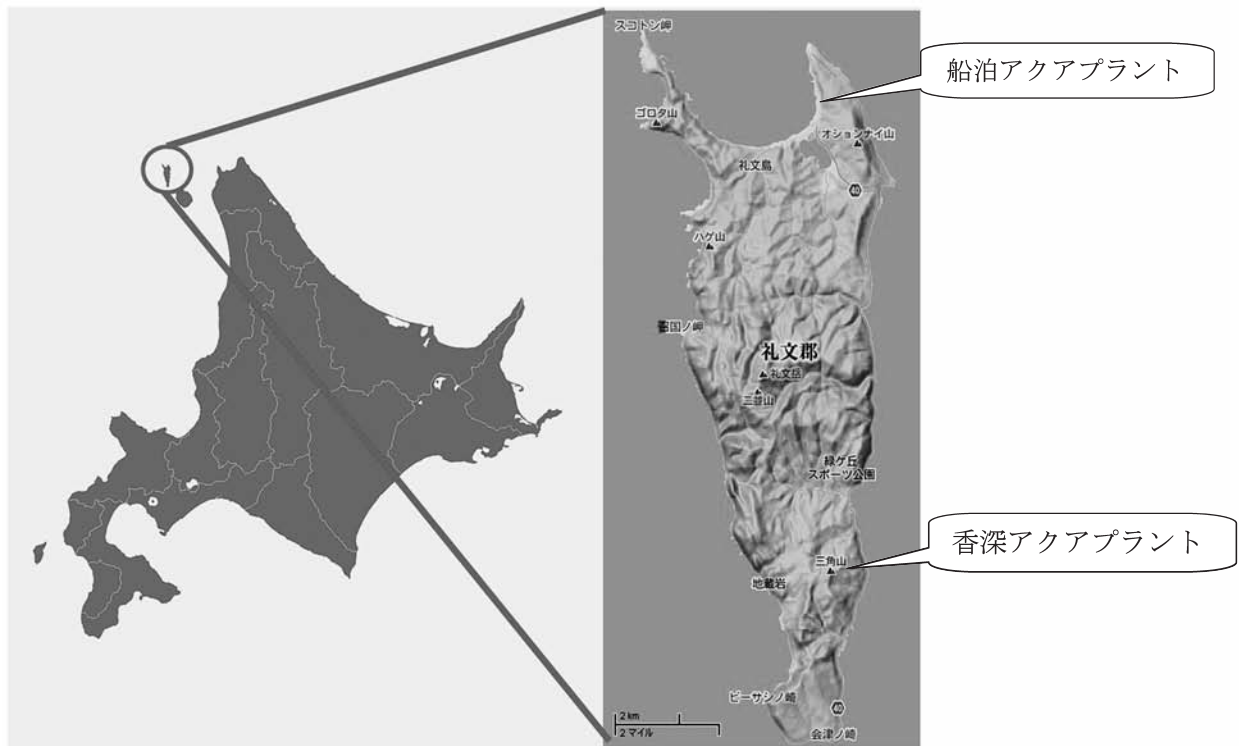


図1 礼文島全体図

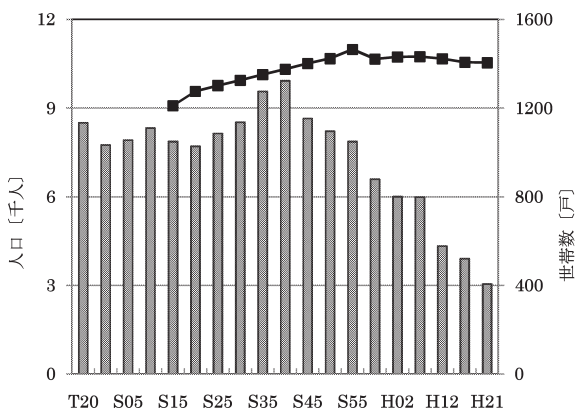


図2 礼文島における人口及び世帯数の推移¹⁾
人口 (■), 世帯数 (■)

アプラント及び船泊アクアプラント)では、オキシデーションディッチ (以下ODとする)方式が採用されており、下水を循環させながらエアレーションを行い処理している。最終処理工程では紫外線殺菌を行っているが、これは省エネに加え、トリハロメタンなどの副生成物をほとんど発生させることなく処理できるため、下流域の海産資源への悪影響を最小限に抑えることが挙げられている⁵⁾。これらの下水処理場では、規定量に達した下水を一度に処理するため、大量の下水が流入した場合は処理が十分に行われていない可能性がある。

本研究では、礼文島における下水処理の現状に加え、下水処理排水の放流先である香深井川の水質について調査を実施し、観光客が下水処理場の汚濁負荷に与える影響を明らかにするとともに、下水処理排水による小規模河川水質への影響解明を目的とした。平成21年には、礼文島役場より提供された下水処理に関する資料を取りまとめるとともに、観光客数が多く下水処理場への流入水量が多くなる7月と観光客数が減少する10月の計2回の現地調査を行った。このとき、香深地区の生活雑排水を処理する香深アクアプラント内の処理工程別の汚濁物質濃度分布に加え、処理排水が流れ込む香深井川の水質を調査した。更に、平成22年には観光客の影響が大きいと予想された香深アクアプラントと観光客の影響が少ないとされる船泊アクアプラントの2ヶ所において、下水処理場内処理工程別の汚濁物質濃度を3時間毎24時間採水し、その日変化を調べた。

2. 試料と方法

2.1 統計データ

礼文島への観光客数は礼文町役場、香深アクアプラント (平成16年度～平成21年度)及び船泊アクアプラント (平成20年度、平成21年度)の流出入水・既存データは、礼文町役場からそれぞれ提供いただいた。



図3 香深井川 調査場所

2.2 現地観測と採水

平成21年7月14日及び10月16日の2回、香深アクアプラント(図1)内の処理工程別に、沈澱池、OD、最終沈澱池、紫外線殺菌後の計4ヶ所で計測と採水を行った。また、この下水処理水が流入する香深井川について、上流から下流にかけての計5地点(St.1~St.5)で測定と採水を行った(図3)。下水処理場の放流口はSt.4とSt.5の間にあった。上流部のSt.1~St.3の周辺には、広範囲に渡りササが生えており、日光が河川へ届きにくい環境であったが、少量のミズゴケが確認できた。St.4も木々に日航が遮られる形であり、St.6では用水路がコンクリートで囲まれて水草もほとんど生えていない場所となっていた。

平成22年8月12~14日では、香深アクアプラント及び船泊アクアプラント(図1)において、早朝6時から3時間おきの計24時間採水を行った。更に、香深井川の上流から下流にかけての計6地点(St.1~St.6)で計測及び採水を行った。

採水はポリバケツを用いて行い、気温・湿度(CTH-1365, 株式会社カスタム製), 溶存酸素(F-102-5, 飯島電子工業株式会社), EC・pH・ORP(WM-32EP, 東亜DKK株式会社)を測定した。その後、アイボーイ1L(ポリエチレン製)で現地の水を2回共洗いして採取した。採水後の水試料はクーラーボックスで保冷したまま研究室に持ち帰り、100mLをADVANTECガラス繊維ろ紙GS-25を使用し濾過した後、未濾過の試料とともに測定まで冷蔵保存した。

2.3 測定項目

研究室に持ち帰った水試料について、JIS K 0102 工業用水試験方法⁶⁾に従い、100℃におけるマンガン酸カリウムによる酸素消費量(COD)、全窒素、全リン、SS、アルカリ度を測定した。濾過後の水試料についても全窒素と全リンを測定し、これらをそれぞれ溶存態窒素と溶存態リンとした。さらに、全窒素濃度及び全リン濃度それぞれから溶存態窒素濃度と溶存態リン濃度を差し引くことで、懸濁態窒素濃度及び懸濁態リン濃度を求めた。

3. 結果と考察

3.1 観光客数と下水処理水量の現状

観光客数の月別経年変化(図4)を見ると、すべての年度において、春先から徐々に増え始め、7月にもっとも多く観光客が札文島を訪れていた。平成

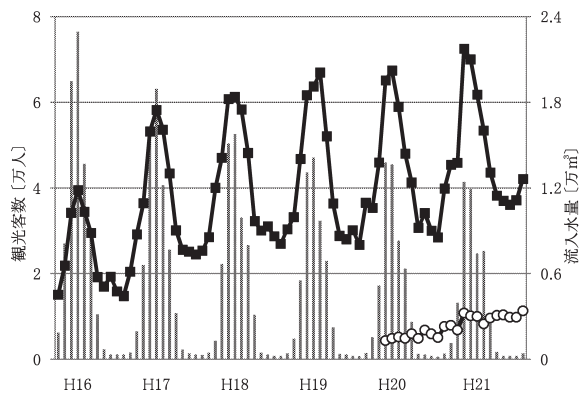


図4 観光客と下水処理場水量の月別変化
観光客数(□), 香深アクアプラント(■), 船泊アクアプラント(○)

16年7月には、島民数が約3,500人に対して約7万5,000人の観光客が訪れており、近年では徐々に減少しているものの、現在では島民数約3,000人に対して、約4万人の観光客が礼文島を訪れている。年々観光客数は減少傾向にあるものの、下水処理場への年間流入量は平成16年では約8.4万 m^3 、平成18年では約15万 m^3 と年々増加していた。最終的に平成20年では約16万 m^3 と平成16年の約2倍となっていた。これは下水道の普及率が増加したことに加えて、家庭や民宿における汲み取り式のトイレから水洗式のトイレへの移行により、1人あたりの水使用量の増加が反映されていると思われる。また、月別変化で見ると、夏に多く、冬に少なくなる傾向が見られた。これは、島民以上の観光客数の訪れによる生活用水の使用により、夏季に多くなったものといえる。

3.2 下水処理場流入水及び流出水の水質

各下水処理場の流入水及び流出水の既存データを用い、BOD、COD、SS、全窒素、全リン及びpH値の経年変化を図5と図6にまとめた。以下に、下水処理場別に結果と考察を述べる。

3.2.1 香深アクアプラント

平成15年3月31日より併用された香深アクアプラントでは、年々流入水のCODやBOD、SS値が高くなる傾向がみられた(図5)。このとき、下水処理量も増加していることから、下水道整備面積の増加に伴う家庭からの下水処理量の増加が起因していると考えられる。特に、生活雑排水は尿尿に比べてBODやCOD、SS等の汚濁負荷が高い⁷⁾ことから、島の住民が生活する上で使用した台所や洗濯、風呂等の生活雑排水が影響していると考えられた。こうした流入水に含まれる有機汚濁に対して、放流水中のCODやBODは低く、良好な下水処理が行われていることが認められた。特に放流水中のCODは年々減少傾向にあり、併用当時初の20 mg/L から現在では10 mg/L 以下となっていた。これはおそらく、OD処理工程の曝気サイクルの調整等により安定した有機物分解が行われているものと予想される。

全窒素を見ると、CODやBODのような経年変化は認められなかったが、各年4月～7月にかけて流入水中濃度が高くなる傾向が認められた。これを反映するように、放流水中でも同じ月の全窒素濃度が高くなる傾向が見られた。これらのことは、単純に生活雑排水の増加だけでは説明できない。先述した

ように、春から夏にかけては、観光客に由来する流入水量の増加が認められている。また、下水処理場に流れこむ尿尿は、生活雑排水と比較すると全窒素の汚濁負荷が高い⁷⁾。そのため、観光客が一時的に礼文島を訪れることで尿尿に由来する窒素負荷の増大が下水道への窒素負荷の増加につながったものと考えられる。窒素は、OD処理過程で行われる曝気サイクルにおいて脱窒されるため、多くの場合十分な処理が行われるが、下水量及び窒素量が大きくなる春から初夏にかけて、十分脱窒が行われず窒素濃度が比較的高いまま放流されていることが示された。全リンについては明確な経年変化や季節の変化は認められなかったものの、放流水中濃度が流入水中濃度を変わらないかむしろ高くなる月が認められた。窒素はOD処理過程において除去されるにも関わらず、リンは汚泥とともにわずかに除去されるのみである。そのため、流入水と放流水の水質にあまり違いが見られなかったといえる。

3.2.2 船泊アクアプラント

平成21年3月31日から供用を開始した船泊アクアプラントでは、香深アクアプラントとは違い、冬季に各項目の数値が上昇または大きく変動することが示された(図6)。CODを見ると併用開始月に放流水が流入水濃度よりも高い値を示しており、上記したように夏季に低く冬季に上昇する傾向がある。BODでは、平成20年2月に急激な濃度上昇がみられるが、SSにおいても急激な上昇が確認できるため、懸濁態によるものと考えられるが、詳細は不明である。その他のSS数値上昇もCOD、BOD共に上昇がみられるためこれらも懸濁物質が原因であると考えられる。全窒素では一年を通して夏季と冬季の差が大きく示され、全リンでは月ごとに数値の変化が大きく規則性は見られなかった。pHは年間を通して安定していた。

3.3 下水処理工程別の水質と日変化

平成21年に行った香深アクアプラントにおける処理工程別の水質調査結果を表1に示す。流入水を反映している沈澱池の結果を見ると、観光客の多い7月では、観光客の少ない10月よりもCOD、SS、全窒素、全リン濃度が高い結果が得られた。中でも、SSや全リン濃度は10月よりも7月において約3～4倍高かった。このことは、この時期に観光客が礼文島を訪れることで汚濁負荷が増えることを反映している。また、処理工程全体を見ても同様の傾向がみられることから、下水処理場への汚濁負荷の増

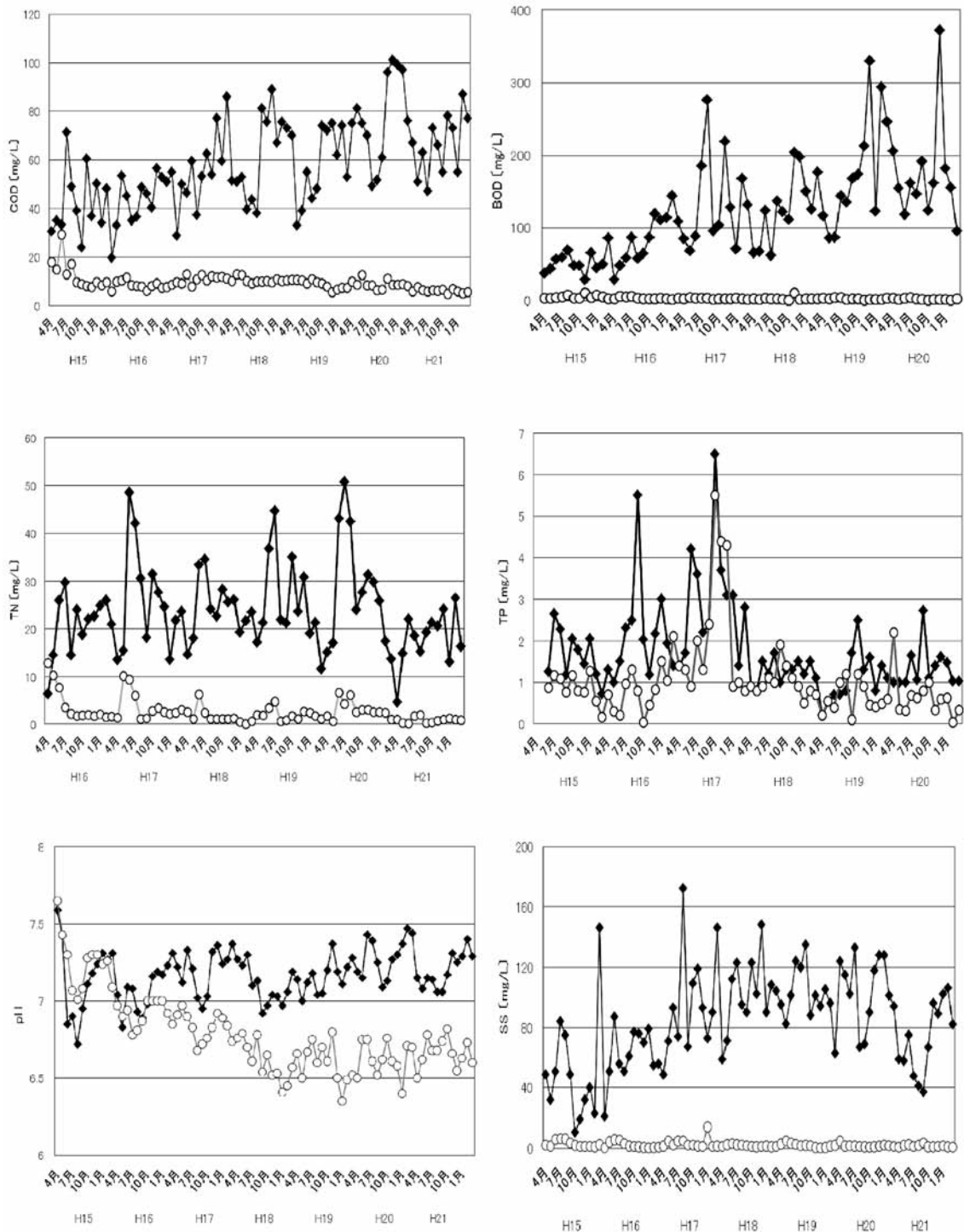


図5 香深アクアプラントにおける流入水および流入水水質の経年変化
流入水 (◆), 放流水 (○)

加は処理工程における汚濁物質の除去にも影響を与え、放流水に含まれる汚濁負荷を増やすことが示された。

平成22年8月には香深アクアプラントの下水処理工程別について、3時間毎の水質の日変化を調べた(図7)。その結果、沈澱池では、9時と21時に

においてCODと全窒素濃度が高くなることが示された。この時間帯は、朝食や洗濯、夕食や入浴等の生活用水を利用した人間活動が活発になる時間帯であり、これらの項目の汚濁負荷には人間の生活サイクルが強く影響することが認められた。その他の項目においては、大きな変動は見られなかった。他の処

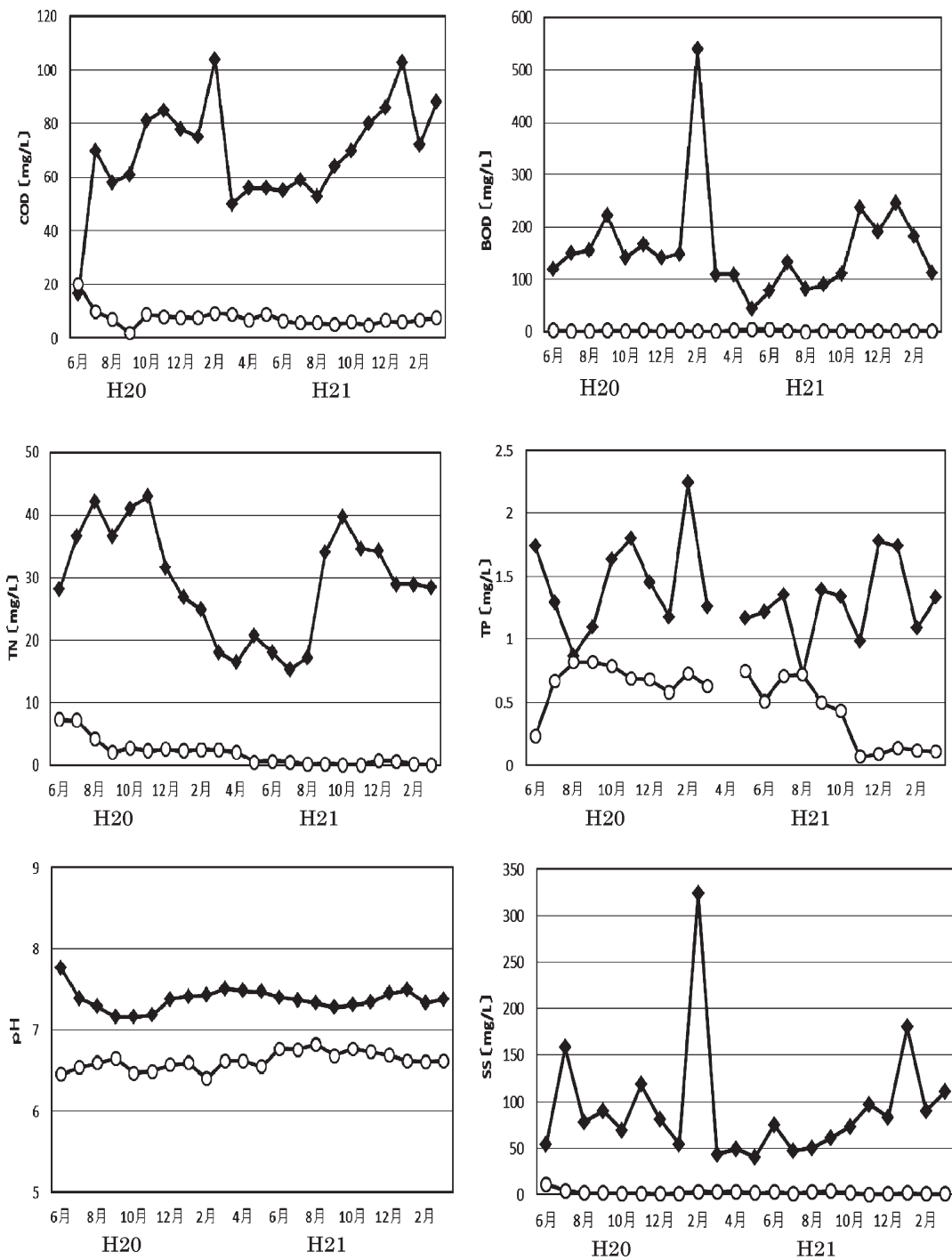


図 6 船泊アクアプラントにおける流入水および流入水水質の経年変化
 流入水 (◆), 放流水 (○)

理工程では、多少変動がみられたものの特徴的な日変化は見られなかった。

船泊アクアプラントでも同様に、処理工程別の水質の日変化を調べた(図 8)。その結果、沈澱池において、アルカリ度を除くすべての項目において 9 時の値が急激に上昇した。調査当日、採水を行った 9

時に汲み取り車が施設内に停車していたことから、汲み取り車からの尿尿が下水処理場へ流入したものと断定した。OD においては、すべての項目において大きな濃度変動も無く安定していた。最終沈澱池や放流水では、夜間アルカリ度が上昇した。その他の項目も同様に低い値を示したことから、適切な処理

表 1 下水処理工程別における水質調査結果 (平成 21 年度)

		pH	DO (mg/L)	水温 (°C)	EC (mS/m)	COD (mg/L)	SS (mg/L)	全窒素		全リン	
								懸濁態窒素 (mg/L)	溶存態窒素 (mg/L)	懸濁態リン (mg/L)	溶存態リン (mg/L)
沈殿池	7月	7.0	0.2	17.6	97.2	52.0	99.0	19.5	4.1	6.7	0.1
	10月	7.1	0.4	16.5	89.5	31.5	38.0	15.1	3.3	1.8	0.2
OD	7月	7.1	0.9	17.7	48.2	1206.4	1126.5	186.1	6.6	7.7	87.0
	10月	6.6	1.9	17.2	41.8	1170.7	480.0	159.7	5.9	21.8	30.1
最終沈殿池	7月	6.6	0.2	17.5	59.3	4.4	15.0	0.0	1.9	1.1	28.0
	10月	6.9	0.7	17.7	44.5	6.2	0.5	1.0	1.4	2.0	4.5
放流水	7月	6.8	3.1	18.1	57.9	9.7	3.5	1.5	2.4	3.6	2.9
	10月	6.9	4.5	18.0	46.9	7.8	0.5	0.9	1.6	0.5	2.2

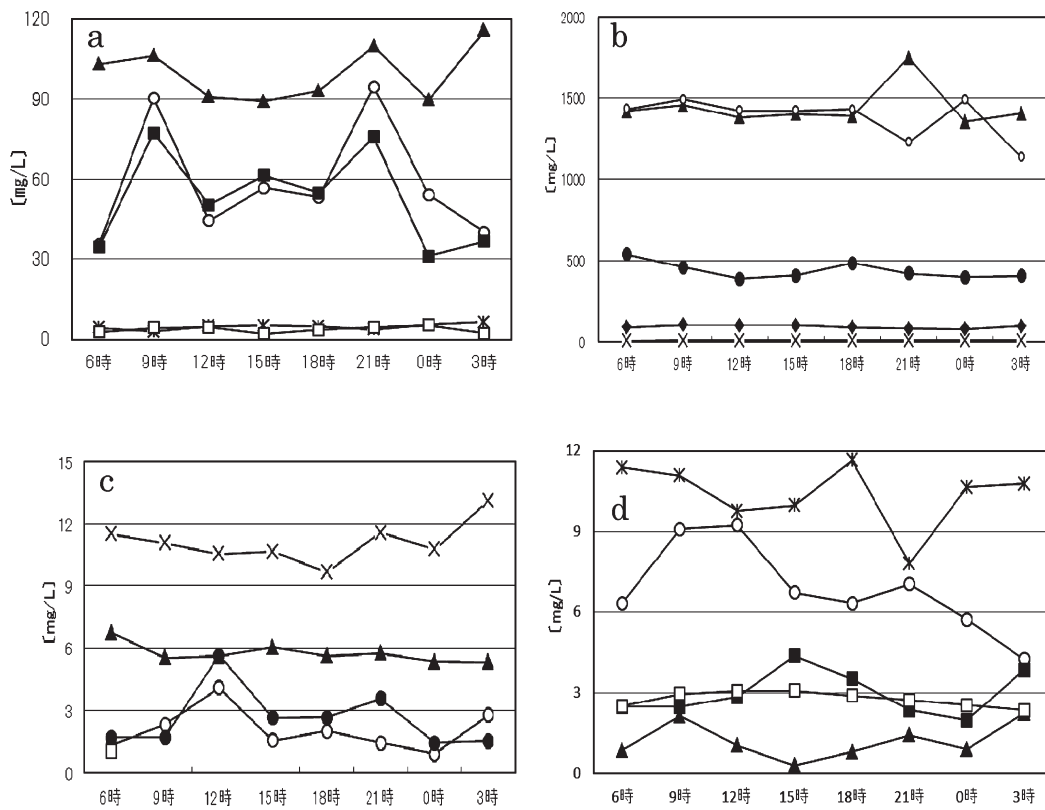


図 7 香深アクアプラントにおける処理工程時間別濃度分布

a: 沈殿池, b: OD, c: 最終沈殿池, d: 放流水

COD (○), SS (▲), アルカリ度 (*), 全窒素 (■), 全リン (□)

が行われているものと考えた。

3.4 下水処理水流入河川水質への影響

表 2 に香深井川における現地測定データをまとめて示し、上流から下流にかけての COD, SS, 全リン, 全窒素濃度分布を図 9, 10 に示す。尚, 平成 21 年 7 月当日には雨で降っていたが, その他の調査日は曇りか晴れであった。

7 月の St. 1~3 の pH では, 環境基準である 6.5 から 8.5 を超えるところはなく上流部から下流部ま

でほぼ一定であった。しかしながら, 10 月の St. 1~3 では, 8.6 と環境基準を越して高い数値を示している。これは地形の影響等が考えられるが, 詳細は不明である。EC 値を見ると, 全体的に大きな変化は見られないが, 下水処理場からの放流水が混合された St. 5 と St. 6 は, 上流に比べて 10~20% 高くなる傾向が見られた。香深井川上流での EC 値は平均約 17 mS/m であるのに対し, 下水処理放流水では平均 80 mS/m と約 3 倍高い。混合後の平均 EC 値を 20 mS/m としして流量の違いによる希釈効果があると

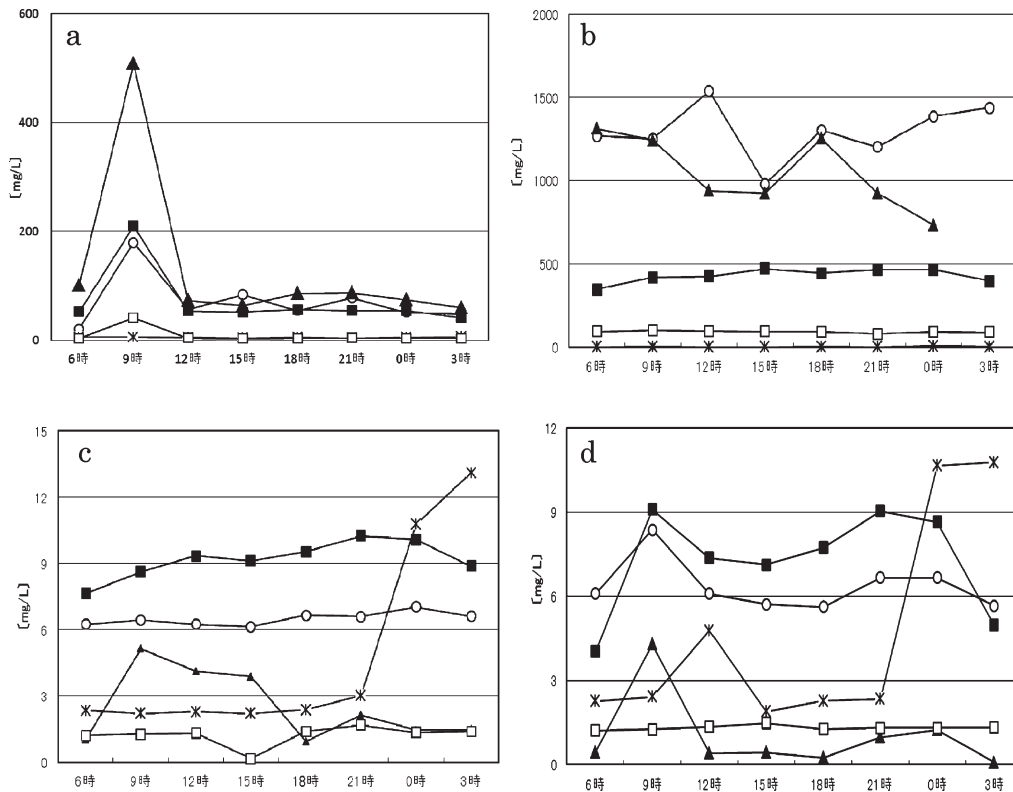


図8 船泊アクアプラントにおける処理工程時間別濃度分布
 a: 沈澱池, b: OD, c: 最終沈澱池, d: 放流水
 COD (○), SS (▲), アルカリ度 (*), 全窒素 (■), 全リン (□)

表2 河川における現地での測定数値

平成21年7月	DO [mg/L]	pH	水温 [°C]	EC [mS/m]	気温 [°C]
St. 1	6.6	7.6	12.8	16.5	19.0
St. 2	11.5	7.6	12.8	14.1	19.1
St. 3	10.8	7.3	12.2	14.2	19.0
St. 4	6.2	7.3	12.3	13.4	19.0
St. 5	5.9	7.1	13.1	14.9	19.0
平成21年10月	DO	pH	水温	EC	気温
St. 1	10.8	8.6	8.6	20.7	8.3
St. 2	10.8	8.2	8.6	21.6	8.3
St. 3	11.0	8.6	8.7	21.8	8.3
St. 4	11.1	7.6	8.9	18.7	9.6
St. 5	13.4	7.4	10.6	23.0	9.7
平成22年8月	DO	pH	水温	EC	気温
St. 1	10.4	6.6	14.0	15.4	20.7
St. 2	10.1	6.8	14.0	16.3	21.3
St. 3	10.2	6.8	13.3	15.7	21.3
St. 4	10.3	7.0	13.6	15.6	21.3
St. 5	9.1	6.5	16.2	18.0	21.2
St. 6	13.4	7.4	10.6	23.0	20.9

考慮すると、流量比は香深井川：放流水=10：1となる。一般的に、放流水の排水は自然界において10倍に希釈されると考えられており、排水基準は環境基準の10倍濃度で定められている。香深井川においても、下水処理場からの放流水は河川において10倍に希釈されていることがEC値からの変化から認められた。

CODでは、7月において全体的に高い値を示していた。この時、SS値も他の調査結果に比べて高かったことに加え、調査当日に降水が見られたことを考慮すると、増水による河川底質の巻き上げが原因とされた。しかしながら、平水時と考えられる平成21年10月及び平成22年8月の結果を見ると、上流のSt.1~4に比べ、下水処理排水が混合されたSt.5及びSt.6において高くなった。このことから、香深井川の流量が下水流量よりも大きいにも関わらず、COD成分は希釈されていないことを示すものであった。こうした傾向は、全窒素及び全リンにも見られたことから、下水処理排水が流入することによる汚濁物質の負荷は、香深井川の水質を悪化させていることが明らかとなった。

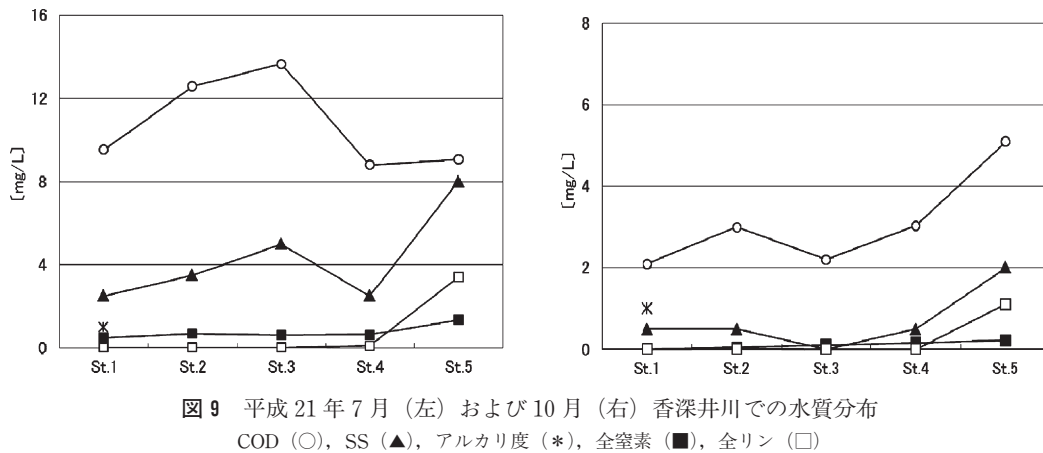


図9 平成21年7月(左)および10月(右)香深井川での水質分布
COD (○), SS (▲), アルカリ度 (*), 全窒素 (■), 全リン (□)

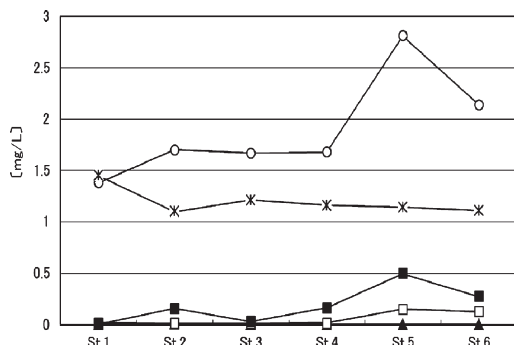


図10 平成22年8月における香深井川での水質分布
COD (○), SS (▲), アルカリ度 (*), 全窒素 (■), 全リン (□)

4. ま と め

香深アクアプラントへの下水流入水量は、礼文島への観光客数が増える春から夏にかけて多くなった。また、これに伴い、下水処理場及び香深井川への汚濁負荷が大きくなることが明らかになった。特に、全窒素は下水処理場への汚濁負荷が大きくなると一部処理が不十分となり、また全リンは下水処理場でほとんど除去することが出来ず、そのままの形で放流されていることが示された。こうした下水処理排水の流入は、下水処理排水量よりも流量の多い香深井川によっていくらか希釈されているものの、もともとの水質よりも悪化させていることが本研究より明らかになった。

近年では、香深アクアプラントへと流入する下水量は年々増加している。これは下水道の普及率増加

に加え、家庭や民宿における汲み取り式から水洗式のトイレへの移行により、一人当たりの水使用量の増加が反映されているものと思われる。実際、既存データにおける水洗便所設置戸数は近年増加していた。また、流入水による汚濁負荷の増加は、下水処理工程に負荷を与えることで、放流水に含まれる汚濁負荷に影響を及ぼすことが認められた。一方、香深アクアプラントからの下水処理排水の流入により、香深井川に汚濁負荷を与えていた。これらのことから、今後、水洗化人口の増加や下水道の面積が増加された場合、香深アクアプラントへの汚濁負荷は増え、流入河川である香深井川にもより大きな汚濁負荷をもたらすことが推測される。

礼文島では、観光客の流入による下水処理場への下水量や汚濁負荷の影響は大きいですが、日平均観光客数は、計画観光客数を下回っている(表3)⁶⁾。しかしながら、観光客は土日祝日に集中する傾向があり、その場合には処理計画人口を一時的に超える可能性がある。そのため、詳細な人口流入を考慮した下水処理計画が立案されることが望ましい。

謝 辞

本研究を遂行するにあたり、礼文町役場総務部の今井優様、下水処理場の水質データを提供いただいた香深アクアプラント職員の皆様、現地観測の際ご指導いただいた環境地球化学研究室の吉田磨准教授、並びに同研究室学生の皆様、実験の際に協力してくださった非常勤職員の森本陽子様、GISで採水

表3 下水処理計画と現在の処理人口数

下水処理場名	処理計画人口 (人)		合計	利用人口 (H22年度) (人)	観光客数(平成17年~平成21年) 日平均(人)		
	定住	観光客			6月	7月	8月
香深アクアプラント	1000	2290	3290	604 (49.0%)	1665	1743	1096
船泊アクアプラント	600	0	600	430 (45.0%)			

地点の地図を作成いただいた環境 GIS 研究室の島壮太様，最後に実験を手伝っていただいた水質化学研究室の皆様に，この場を借りて厚く御礼申し上げます。ありがとうございました。

参 考 文 献

- 1) 中村真美 (2006) 礼文島.
<http://www.asa.hokkyodai.ac.jp/research/staff/kado/05rebun.pdf> (平成 23 年 7 月時点)
- 2) 北海道地方環境事務所 利尻・礼文サロベツ国立公園及び管理計画区の概況.
http://hokkaido.env.go.jp/nature/mat/data/m_1_1/mat_1.pdf (平成 23 年 7 月時点)
- 3) 北海道庁データベース 汚水処理人口普及率.
http://www.pref.hokkaido.lg.jp/kn/tkn/grp/02/6_osuidata_new.pdf (平成 23 年 7 月時点)
- 4) 伏見絵里, 深澤達矢, 工藤憲三, 清水達雄 (2001) 下水処理水における塩素消毒副生成物の生成, 衛生工学シンポジウム論文集, 9, 245-249.
- 5) 斉藤剛, 大塚知泰, 庄司成敬, 井上充, 阿部明美 (2002) 化学物質の下水処理工程における除去効果の改善, 水環境学会誌, 25, 97-103.
- 6) 財団法人 日本規格協会 (2008) 株式会社平文社出版, JIS ハンドブック 53 環境測定 II, 水質.
- 7) 建設省都市局下水道部監修 (1997) 流域別下水道整備総合計画調査. 指針と解説, 社団法人日本下水道協会.
- 8) 礼文町役場 (2010) 礼文町下水道中期ビジョン 2020(案)概要版. <http://town.rebun.hokkaido.jp/kensetu/22.11.2-2.pdf> (平成 23 年 7 月時点)

Summary

At the sightseeing area in Rebun Island, Hokkaido, Japan, the sewer plant was developed with the seasonal population inflow in mind. However, little is known about the actual water quality of treated water from sewage treatment plant. In this study, the impact of seasonal tourist on the pollutant loads in the sewage treatment plant was investigated in Rebun Island. In addition, the water quality of the stream receiving the treated water was also investigated. The number of tourists arriving at Rebun Island reached 40,000 in July 2009, while the residents of the Island were about 3,000. The result showed that the tourists arriving at the Island lead to high load of pollutant from human excrement in the sewage treatment plant. Additionally, the increasing use of flushing toilet could also have amplified the pollutant load. The continuous input of the treated water from the plant into the Kafukai River has resulted in decreased river water quality. It is concluded that the sewage plant should be developed with consideration of the pollutant load from tourists and the spread of flushing toilet in Rebun Island.