

下水処理水の海洋放流に関する 調査研究 (調査箇所：1. 千葉県、 2. 茨城県)

1. 調査目的

現在、東京湾、伊勢湾、瀬戸内海のような閉鎖性水域において富栄養化防止対策が課題になっている海域における窒素・リンに係る排水基準に加え環境基準が設定され、今後は下水処理場から海域に放流される処理水の水質レベルあるいは処理技術について検討する必要が生じてきた。また、これら海域における水域内人口は数千万人規模になり、関連する下水処理場も多数にのぼる。

従って、今後の高度処理の導入など下水道整備を進めていく上で、処理水を放流する海域の総合的な環境を考慮して、最良の方策を選択していく必要がある。

本調査は、このような背景から海域に放流する下水処理場のあり方について、多様な視点から検討することを目的とする。

2. 調査内容

本調査は、図-1に示す海域を調査対象海域とし、平成5年度から平成7年度の3ヶ年にわたって調査を行った。

本年は最終年にあたり、平成5年度および6年度の結果、課題を含め以下の項目について研究した。

(1) 下水道管きよの管径、放流位置等をもとに、下水処理水を放流するさいの方式を設定し、その方式で放流した場合にかかわる施設建設等について

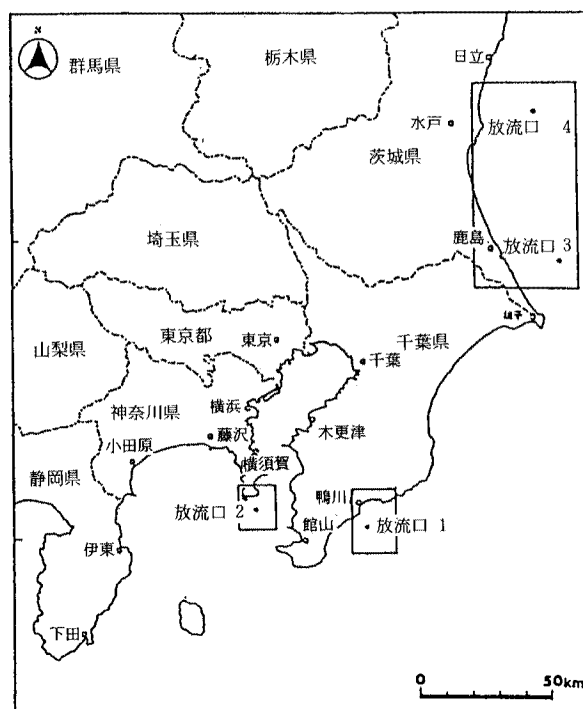


図-1 調査対象海域

検討を行った。

- (2) 窒素およびリンに関する高度処理の特徴・処理成績を整理、東京湾放流の場合の処理レベルを設定するとともに、施設建設等について検討を行った。
- (3) 高度処理および海洋放流を実施した場合、東京湾における水質の改善効果を、数値シミュレーションを用いて検討した。同時に海洋放流における水質変化についても検討した。

- (4) 東京湾内で海洋放流あるいは高度処理実施に伴う負荷量の削減が湾内の生物および生産量に与える影響、放流海域に処理水を放流することによるNP濃度やNP比の変化が動植物プランクトンに与える影響を検討した。
- (5) 栄養塩物質濃度の高い下水処理水を海洋放流した場合、基礎生産を促進させそれに伴った海洋の二酸化炭素の吸収能を促進させる可能性があり、その機構について検討を行った。

3. 調査結果

3.1 放流のための技術検討

神奈川県から千葉県にかけての東京湾沿岸の23処理場（総処理水量約1,135万 m^3 /日）、茨城県鹿島灘沖沿岸の4処理場（総処理水量約76万 m^3 /日）を対象に処理水量を海洋放流のための方式を検討した。放流口は過去の事例の文献調査および調査対象海域の海岸線の利用状況を考慮し海岸線から5～20kmの範囲、同様に水深についても文献調査および海域でのプランクトン等による生産、放流水による海域環境への影響等を考慮して100～200mの範囲を設定、さらに海底地形を考慮し決定した放流口の位置を図-1に示す。

海洋放流方式の諸元を表-1および図-2に示す。各処理場は管きよで直線的に結び、管きよは直径1,500～5,000mm、圧送のためのポンプは管きよ1本毎に1台、管きよ内流速は3.0m/sとした。この方式で神奈川、東京、千葉分に対しては管きよ延長約298kmで、そのうち約50%以上が5,000mmの管径で本数は最大2本となる。茨城県分は管きよの総延長は約61kmですべてが1,500mmの管径である。

3.2 下水処理レベルの検討

閉鎖性水域の富栄養化防止対策としては窒素およびリンの同時除去が望まれる。その方法として嫌気-無酸素-好気法、凝集剤併用型循環式硝化脱窒法、凝集剤併用型硝化内生脱窒法の3種類があげられる。高度処理の処理水質レベルは、海域への一般排水基準、東京湾で独自に設定されている水質管理目標値、排水基準等を考慮すると、下水道終末処理場ではT-Nで10mg/l、T-Pで0.5mg/l、CODで20mg/l以下にする必要がある。上記の3処理方式における除去率を設定し、放流水質をT-Nで6～9mg/l、T-Pで0.5mg/l、CODで8～11mg/lとした。

3.3 栄養塩の収支

東京湾へ流入するNPの負荷量は対象処理場で2次処理した場合にはN：約422 t/日、P：約

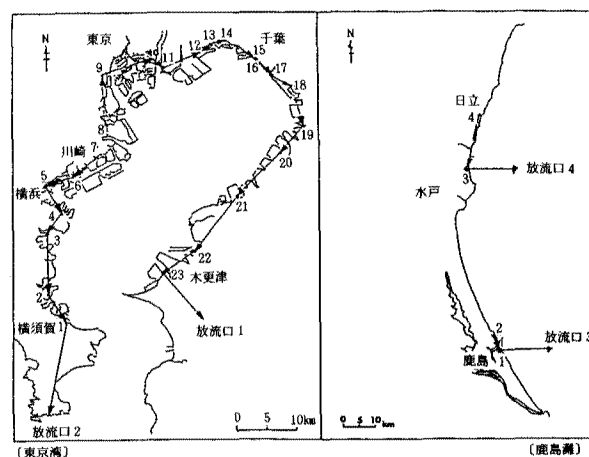


図-2 放流水の圧送ルート

表-1 放流方式の諸元

放 流 口	放流水量** (m^3 /日)	放 流 方 式 の 概 要
放流口2* (6km, 200m) 神奈川県三浦半島沖	神奈川分 1,467,500	対象とする処理水量のうち神奈川分については川崎の入江崎下水処理(図-2の7)から下町浄化センター(図-2の1)に集め、三浦半島から放流し、東京・千葉分については、東京森ヶ崎処理場(図-2の8)から千葉の君津富津終末処理場(図-2の23)へ集め、鴨川沖から放流する方式。
放流口1* (6km, 180m) 千葉県鴨川沖	東京千葉分 9,883,836	
放流口3* (20km, 100m) 茨城県鹿島港沖	357,540	茨城県内の太平洋沿岸の4つの対象処理場のうち、鹿島浄化センター(図-2の2)と深芝処理場分(図-2の1)を鹿島港沖から、那珂久慈浄化センター(図-2の3)と池の川処理場分(図-2の4)を阿字ヶ浦沖から放流する方式。
放流口4* (20km, 100m) 茨城県阿字ヶ浦沖	406,000	

*) (,) の表示は(海岸線からの距離, 水深)を示す。

**) 水量は日最大処理量を示す。

みられるが、塩分適用範囲の幅は概ね1%である。従って放流海域においては1%以上の塩分低下に考えられる範囲内では魚介類への何らかの影響がある結果となった。

2) 栄養塩 (N, P) の変化による影響

東京湾では、流入負荷量が昭和30年代後半～40年代前半のレベルにまで減少すると考えられ、これに伴い水質が改善される。特に栄養塩濃度の低下により赤潮の発生件数は、約半数程度となる。また、栄養塩の減少に対応して、プランクトン相も徐々に多様性に富んだものとなる。長期的にみると底質も改善され、底生生物相が多様になる等の効果が考えられる。湾内で養殖されているノリについては、栄養塩濃度の増減により影響を受けやすく、濃度低下することによって生産量の減少、品質低下の影響を受けることが予想される。

放流海域では、放流水により海域のNP濃度の増加、NPの比率の変化による影響が考えられる。しかし今回の調査では、広い範囲にわたる大きな濃度増加はなく、放流水のNPの比率と放流海域の現況の水質におけるNPの比率はほとんど等しい。従って、栄養塩の増加等による影響はほとんどない。また、NPの濃度増加はプランクトンの生産量の増加に反映するといわれている。図-6に示すようにT-Nに対して0.005 mg/l、T-Pにして0.0005mg/l (放流海域の現況水質の約4%に相当) 増加する範囲においては、その増加分に対応して植物プランクトンの生産量も4%程度増加すると想定される。それに伴ってプランクトンを植性とするいわし等の魚類による生産量に反映される。

3.5 二酸化炭素の収支

海洋放流の基礎生産量は、表層水の無機炭素を消費することによって、海水中の二酸化炭素を低下させる。その結果として、海水中の二酸化炭素分圧の低下を生じさせ、大気から海洋への二酸化炭素の吸収を増加させる。海洋の表層水中の生物活動による炭素循環の概要を図-7に示した。放流海域の現況の基礎生産量は、文献値や栄養塩濃度を考慮して400gC/m²/年、基礎生産によって固定された二酸化炭素が分解等によって再循環に回らず沈降する。よって海底に堆積する等により水中から除去される分は、式1を用いて有光層(水深20m)間での炭素の沈降量の放流口設置水深(水深100~200m)間での沈降量の比率より算定した。またその固定量は、全基礎生産量の約15% (鴨川

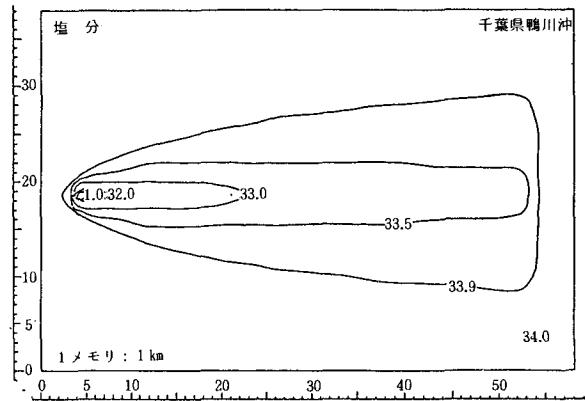


図-5 放流海域での塩分の変化範囲 (鴨川沖)

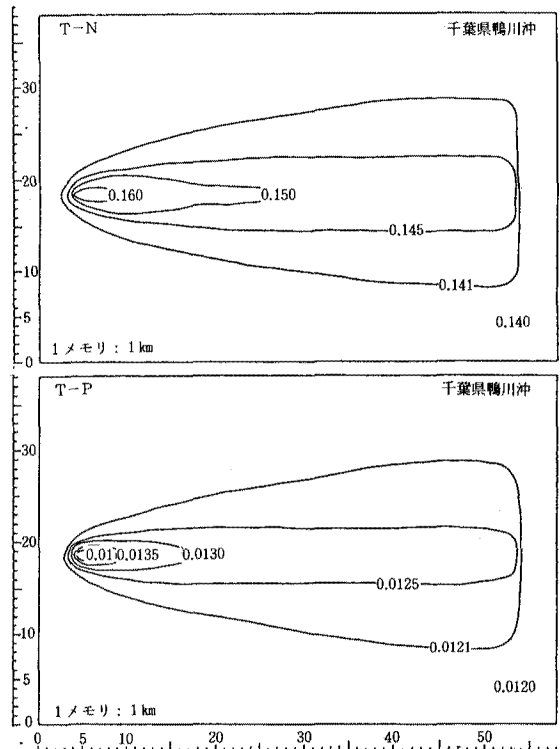


図-6 放流海域での水質変化の範囲 (鴨川沖:T-N, T-P)

沖の放流口設置水深180mの場合)とし、大気から海洋へと吸収される量は、式2と文献値から算定し、基礎生産量の約2%と設定した。

放流水による二酸化炭素の固定を栄養塩濃度の上昇に伴う基礎生産量の増加が広い範囲で見られる鴨川沖で検討する。鴨川沖では栄養塩濃度の上昇により、20km² (流下方向50km, 幅約4km (図-6参照))の範囲で、基礎生産量が約4%上昇すると考えられるため、現況の生産量に対して約0.6% (= 現況×4%×15%)の二酸化炭素が上記の範囲で固定され、その固定量は炭素量にして1年間におよそ480トンとなる。

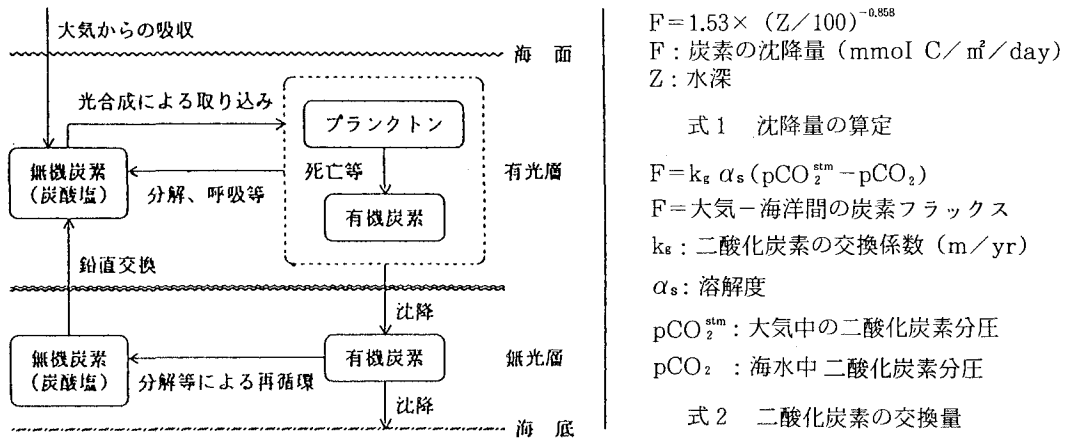


図-7 生物活動による表層水の炭素循環の概要

4. 今後の課題

今年度は平成6年度までの検討結果を受けて、放流のための技術的検討、下水処理場の処理レベルの検討、海洋放流にともなう東京湾および放流海域での水質環境改善効果、生物および生産への影響、栄

養塩物質・二酸化炭素の収支等により概略の検討を行った。これらは幾つかの仮定を用いてかなり限定した検討や定性的検討等により概略の把握につとめた。今後はより具体的な検討ケースを設定して、各検討項目について詳細なケーススタディを行う必要がある。

● この調査に関する問い合わせは

研究第二部長
 研究第二部主任研究員
 研究第二部主任研究員

藤田 昌一
 山下 順市
 伊藤 紀夫