

3章 有明海・八代海等の環境等の変化

1.汚濁負荷

有機物や栄養塩の海域への流入は、赤潮や貧酸素水塊発生等の要因となる可能性があることから、1965～2013年度までの有明海・八代海へのCOD、T-N及びT-Pの汚濁負荷量を算定し、経年変化について整理した。

(1) 排出負荷量

家庭（生活系）、事業場（産業系）、家畜（畜産系）、山林、田畑等（自然系）といった各発生源から排出される排出負荷量を算定した。

有明海のCOD、T-N及びT-P、八代海のCOD及びT-Pの排出負荷量は、1975～1985年度頃が高く、徐々に減少している（図 3.1.1）。八代海のT-Nについては、長期的な変化傾向はみられない（図 3.1.2）。

発生源別にみると、両海域とも、CODは1975～1985年度頃では生活系及び産業系の割合が高いが、1990年度頃からそれらは減少している。T-Nは1975～1985年度頃では産業系及び自然系の割合が高かったが、産業系の割合は1990年度頃から減少しており、畜産系及び自然系の割合が高くなっている。T-Pは、1975～1985年度頃では生活系及び産業系の割合が高いが、産業系の割合は1990年度頃から減少している。

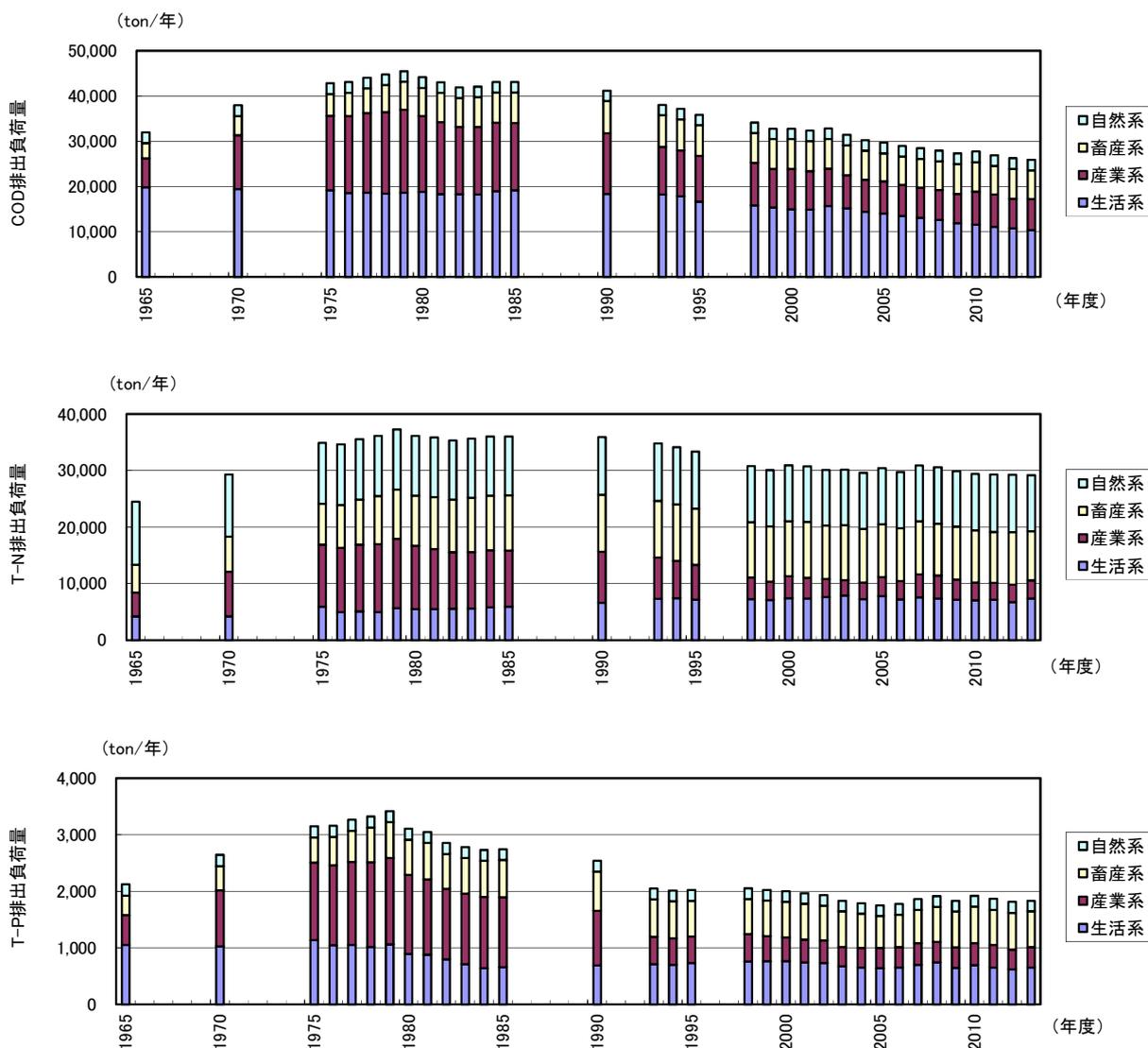


図 3.1.1 有明海への排出負荷量の経年変化

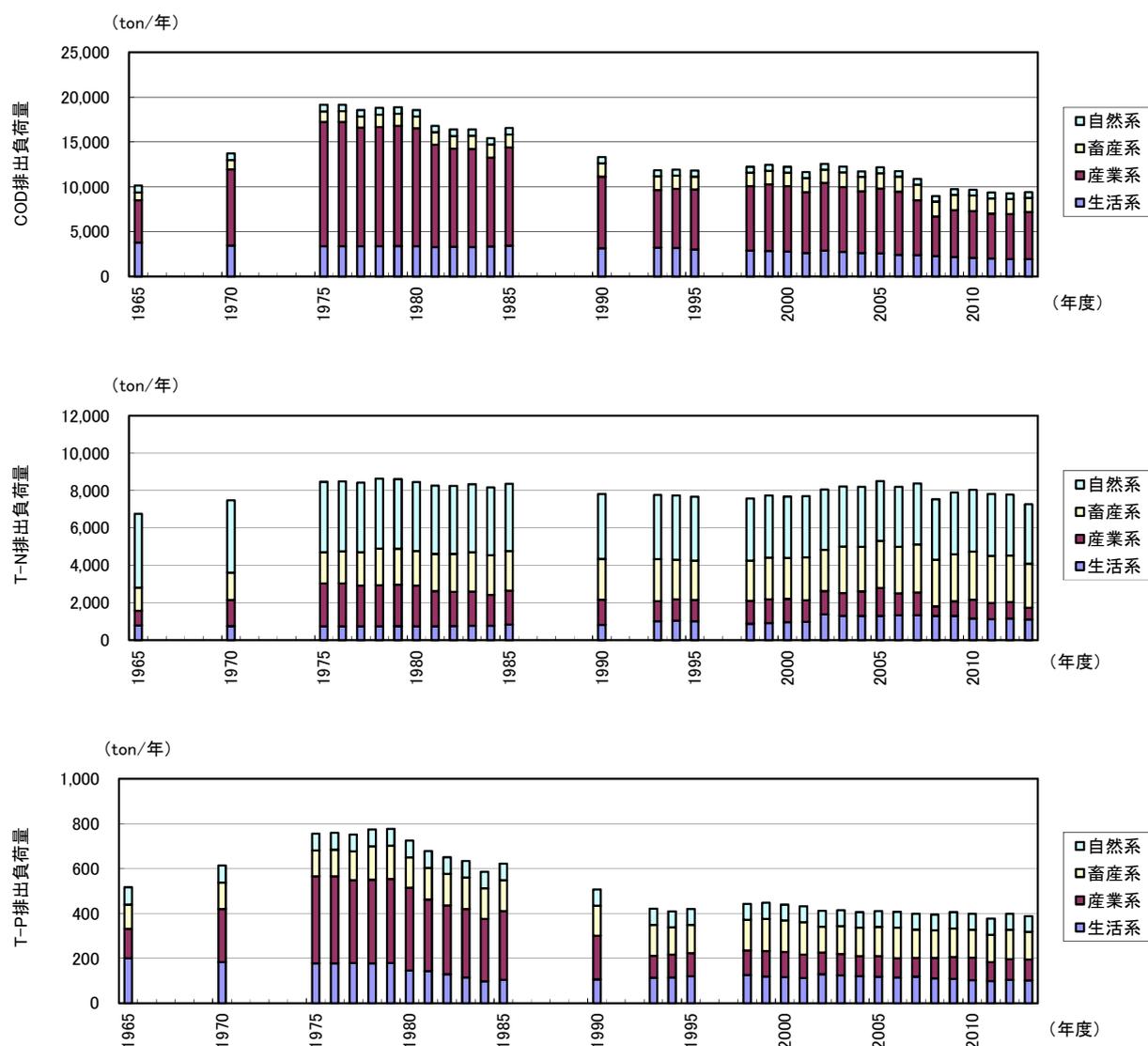


図 3.1.2 八代海への排出負荷量の経年変化

(2) 陸域からの流入負荷量

陸域からの流入負荷量について、河川等を通じて有明海及び八代海に流入する負荷量を算定した。有明海及び八代海の流域図は図 3.1.3、図 3.1.4 に示すとおりである。

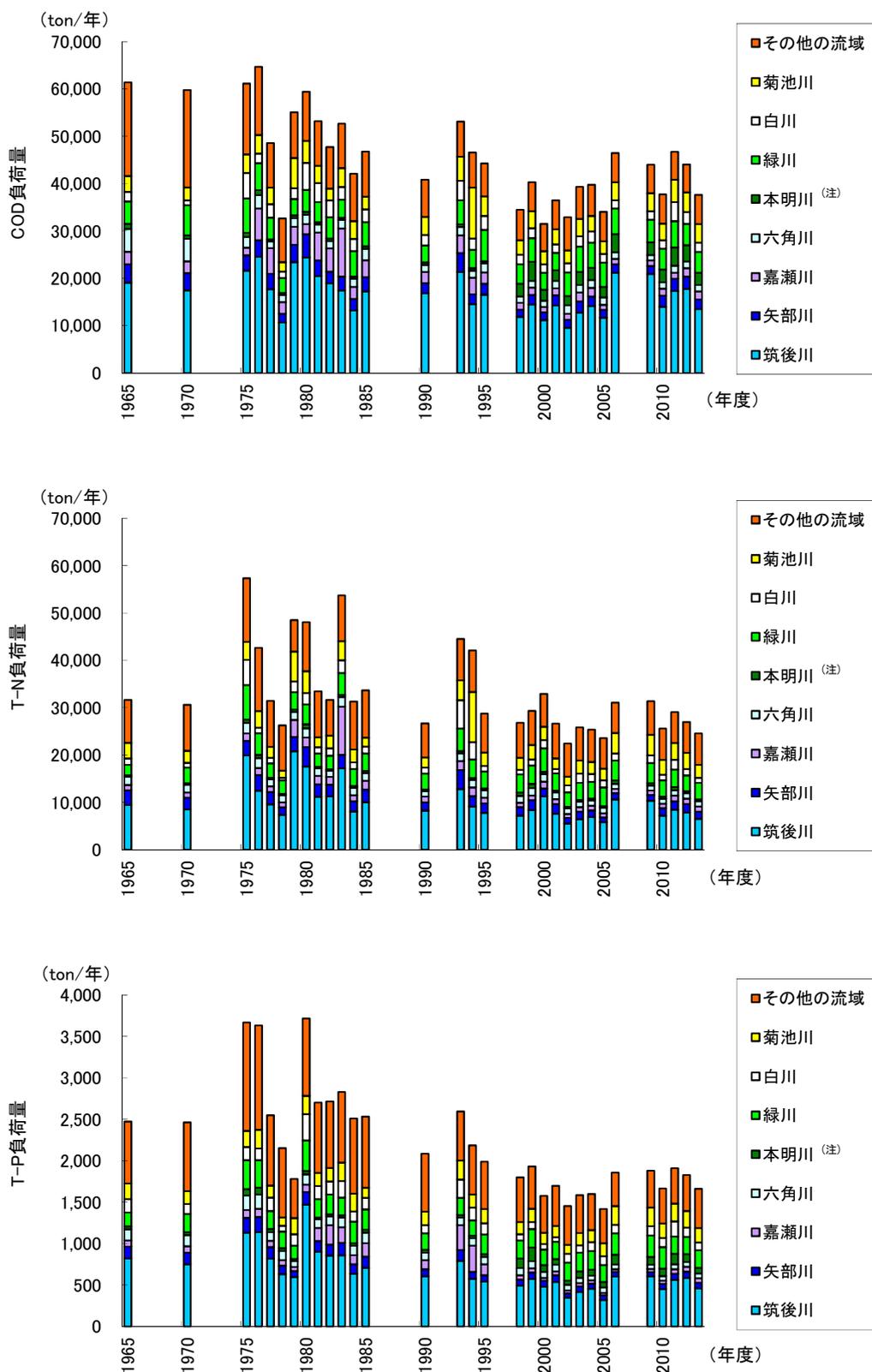
有明海の COD、T-N 及び T-P、八代海の COD 及び T-P の流入負荷量は、相対的に 1975～1980 年度頃に高く、その後減少し、1990 年代後半からは概ね横ばいである（図 3.1.5、図 3.1.6）。流域別にみると、有明海では筑後川流域からの流入負荷量が大きく、それぞれ全体の 29～45% (COD)、22～43% (T-N)、23～43% (T-P) 程度、八代海では球磨川流域からの流入負荷量はそれぞれ全体の 21～70% (COD)、21～55% (T-N)、14～56% (T-P) 程度を占めている（図 3.1.5、図 3.1.6）。



図 3.1.3 有明海の流域図



図 3.1.4 八代海の流域図



注) 1995年までは、グラフ中の「本明川」の項目に本明川流域(図3.1.3参照)からの負荷量を算定し、本明川流域以外から諫早湾(有明海)に流入する負荷量は「その他の流域」の一部として算定している。一方、1998年以降は、「本明川」の項目に諫早湾干拓事業の潮受堤防水門からの負荷量(調整池の水質と排水量より算定したもの)を記載しており、1998年度以降は他の河川からの流入負荷量と算定方法が異なるため、河川からの負荷量と排水門からの負荷量について単純に比較できないことに留意する必要がある。

図 3.1.5 有明海への流入負荷量の経年変化

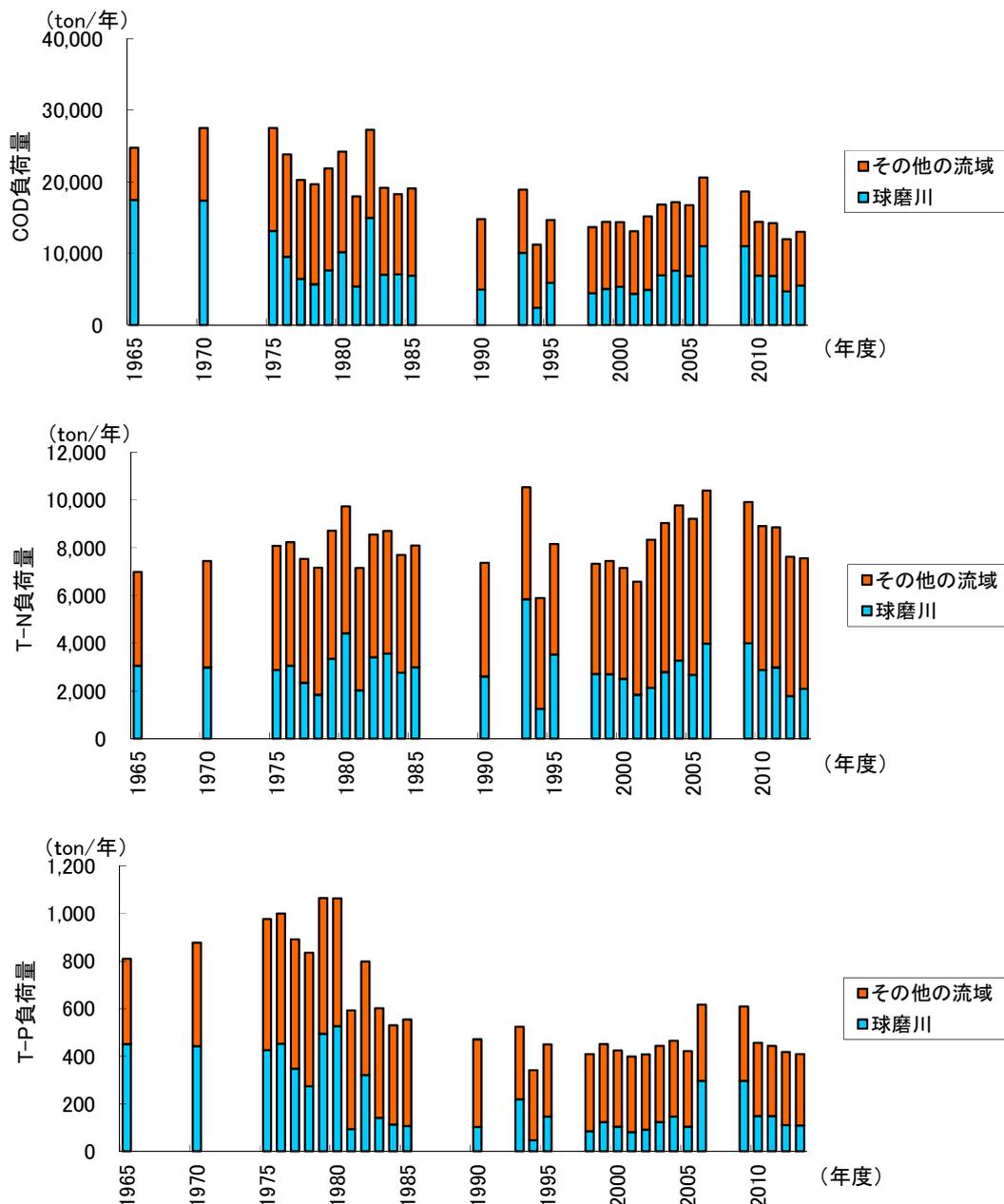


図 3.1.6 八代海への流入負荷量の経年変化

(3) 海域への直接負荷量を含めた汚濁負荷量

陸域からの流入負荷量に加え、直接負荷量(降雨、ノリ養殖(酸処理剤及び施肥)、魚類養殖、底質からの溶出)を含めた海域への汚濁負荷量を算定した。

なお、本報告では、底質からの栄養塩の溶出について2つの方法(別添資料1 表4参照)で得られた溶出量の低い結果を最小値、高い結果を最大値として示している。

【有明海】

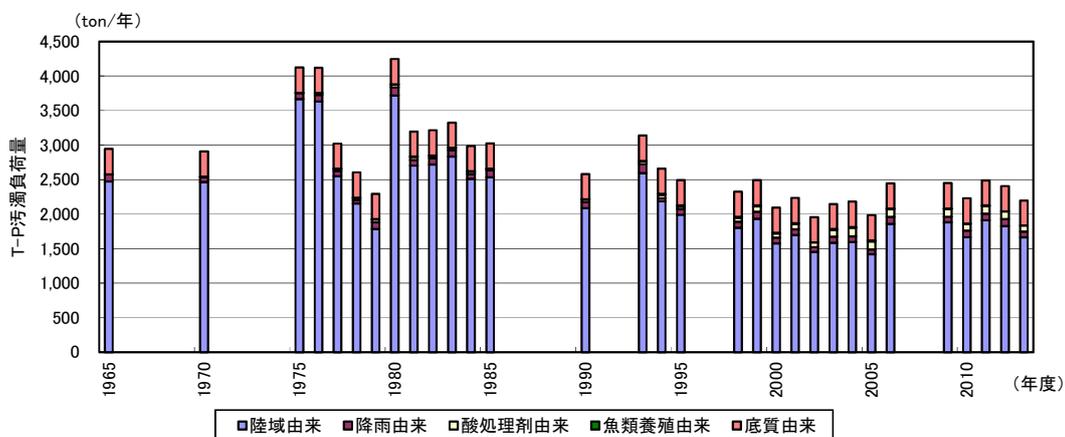
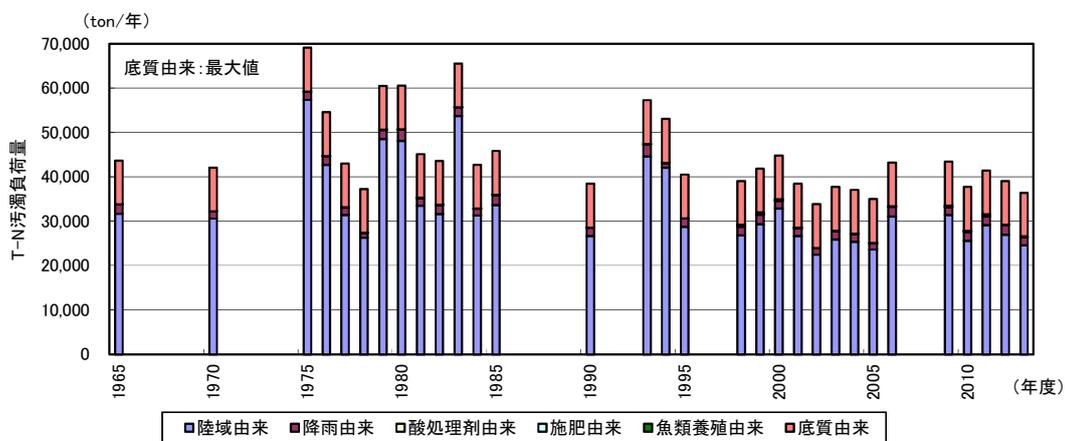
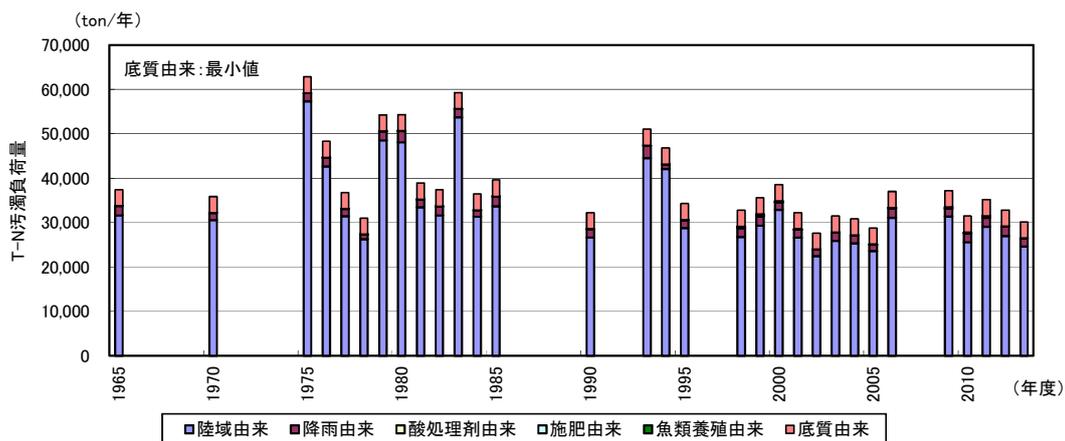
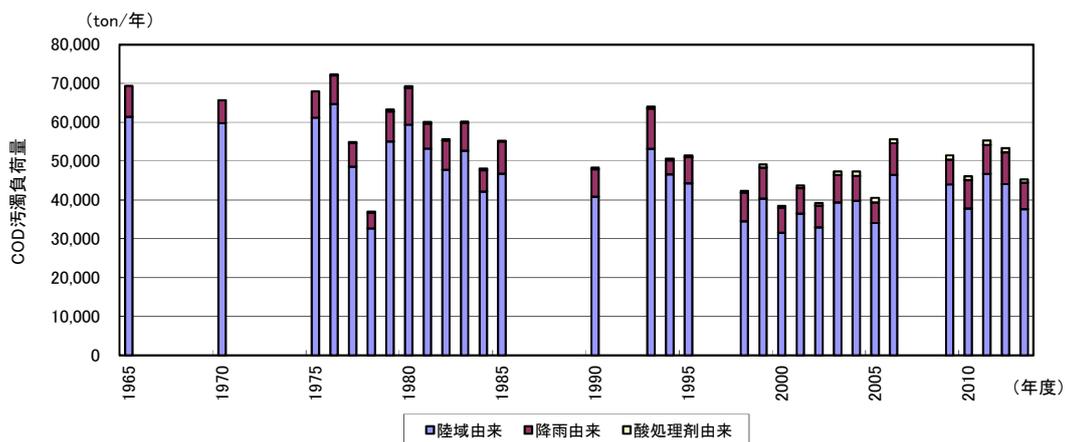
有明海への直接負荷量を含めた汚濁負荷量については、陸域からの流入負荷量とほぼ同じ傾向にあり、1975～1980年度頃に高く、その後減少し、1990年代後半からは概ね横ばいである(図3.1.7)。

- ・陸域からの流入負荷量がCOD、T-Nでは全体の80～90%以上を占め、T-Pでは全体の70～90%程度を占める。
- ・底質からの溶出量は、T-Nでは全体の6～30%(最小値～最大値)、T-Pでは全体の19%未満である。
- ・降雨の負荷量は、CODでは全体の7～18%、T-Nでは全体の2～7%、T-Pでは全体の2～4%程度である。
- ・ノリ養殖の負荷量は、T-Pでは全体の5.9%以下、T-Nでは1.2%以下、魚類養殖の負荷(T-N、T-P)は全体の1%未満である。

【八代海】

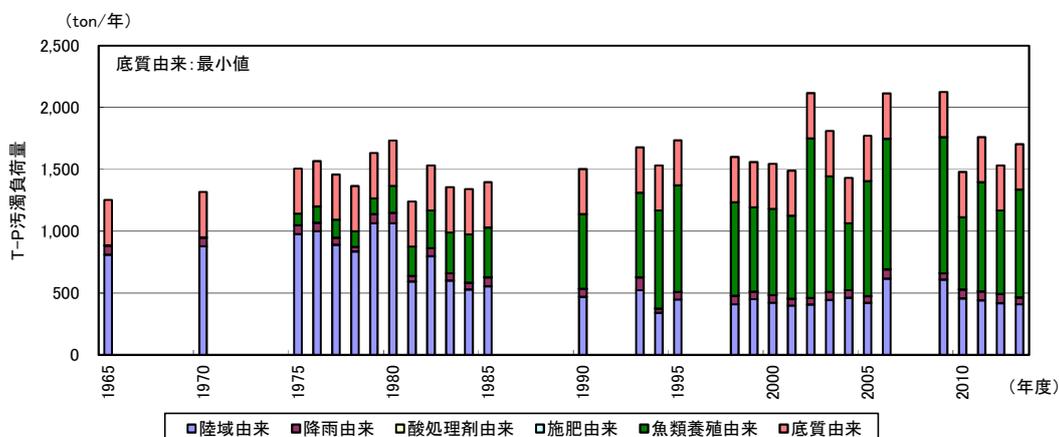
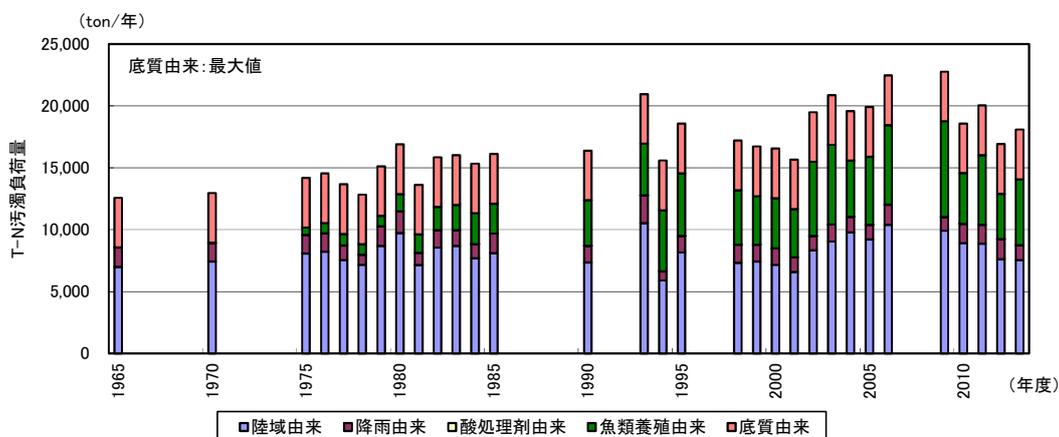
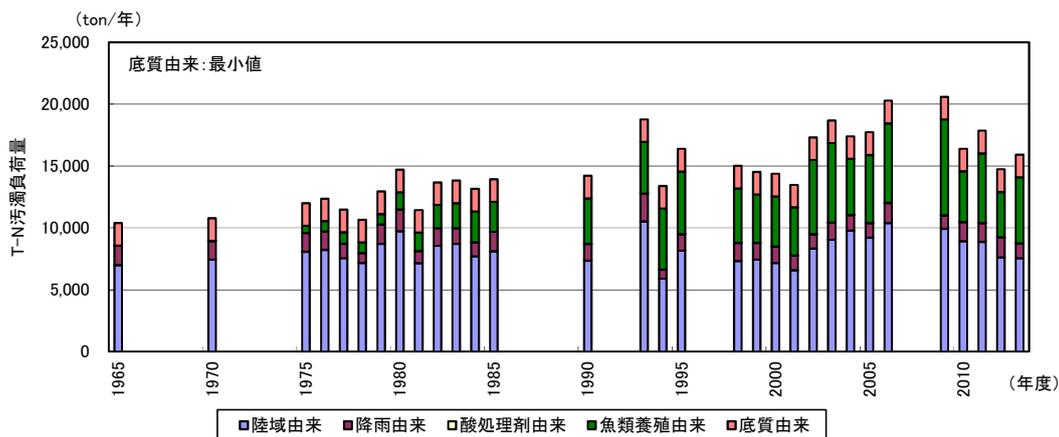
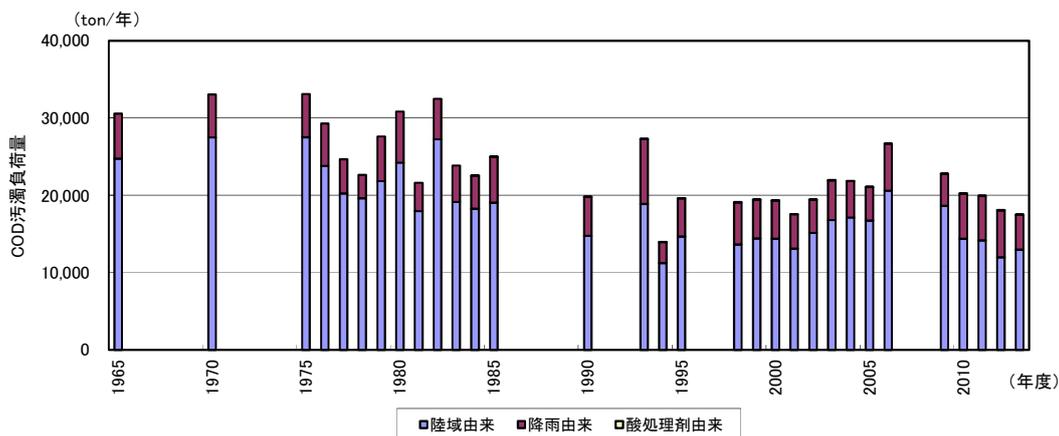
八代海への直接負荷量を含めた汚濁負荷量については、CODは陸域からの流入負荷量とほぼ同じ傾向にあり、1975～1980年度頃に高く、その後は減少傾向にある。T-N及びT-Pは、2006、2009年度頃が最大であり、2010年度以降は2006、2009年度に比べやや少ない(図3.1.8)。

- ・陸域からの流入負荷量が、CODでは全体の65～90%程度、T-Nでは全体の35～70%程度、T-Pでは全体の14～67%程度を占める。
- ・底質からの溶出量は、T-Nでは全体の9～32%程度(最小値～最大値)、T-Pでは全体の17～55%程度(最小値～最大値)である。
- ・降雨の負荷量は、CODでは全体の13～34%程度、T-Nでは全体の5～15%程度、T-Pで2～6%程度である。
- ・魚類養殖(2009～2013年度平均)の負荷量はT-Nでは全体の27～31%程度、T-Pでは全体の34～48%程度を占め、陸域からの流入負荷とともに大きな負荷源となっている。



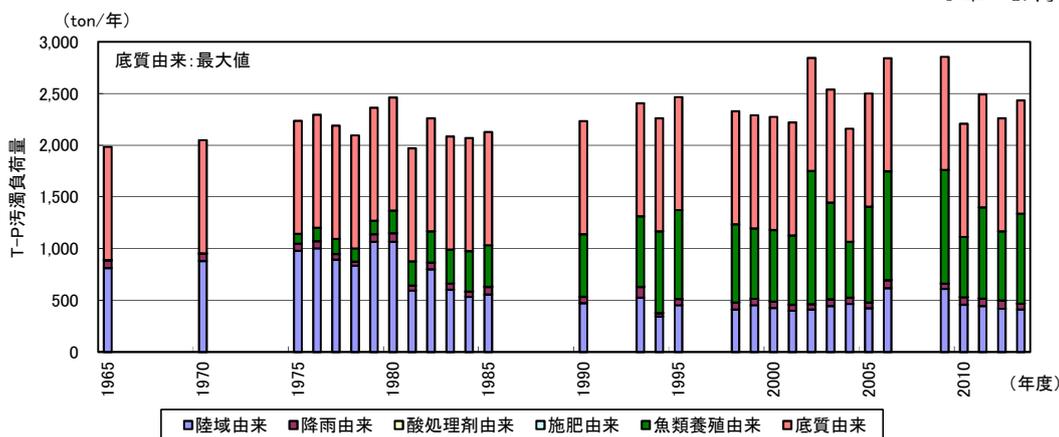
注) T-Nは底質からのNの溶出調査結果の最小値と最大値

図 3.1.7 有明海への直接負荷を含めた汚濁負荷量の経年変化



注) T-Nは底質からのNの溶出調査結果の最小値と最大値、T-Pは底質からのPの溶出調査結果の最小値

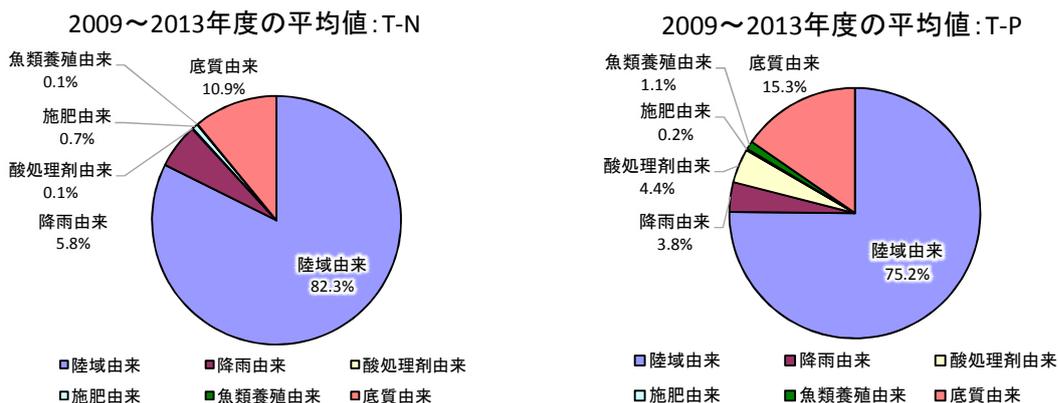
図 3.1.8 (1) 八代海への直接負荷を含めた汚濁負荷量の経年変化 (COD、T-N、T-P：底質由来最小値)



注) T-P は底質からの P の溶出調査結果の最大値

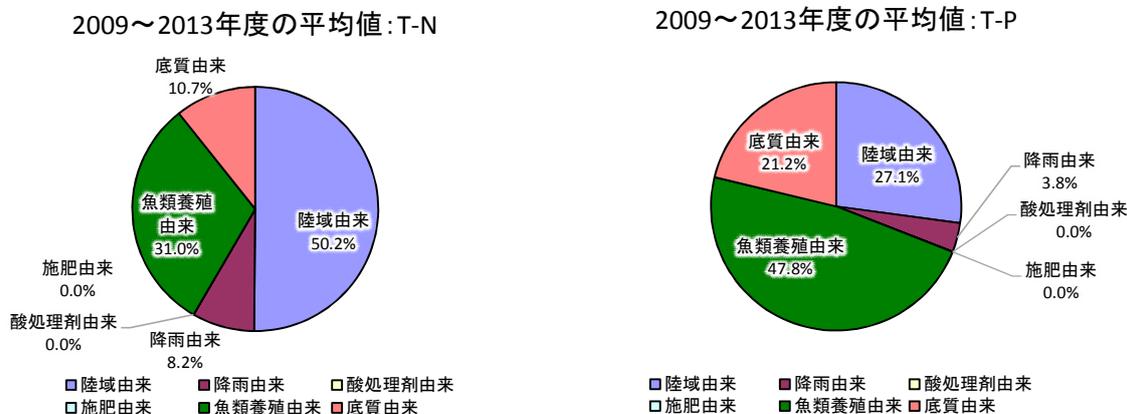
図 3.1.8 (2) 八代海への直接負荷を含めた汚濁負荷量の経年変化
(T-P : 底質由来最大値)

海域への直接負荷量を含めた汚濁負荷量について、直近 5 年 (2009~2013 年度) 平均値の構成を示した (図 3.1.9、図 3.1.10)。



注) T-N の底質由来 (底質からの溶出) の負荷量は最小値を用いている。

図 3.1.9 有明海への直接負荷量を含めた汚濁負荷量の割合



注) 底質由来 (底質からの溶出) の負荷量は最小値を用いている。

図 3.1.10 八代海への直接負荷量を含めた汚濁負荷量の割合

(4) まとめ

有機物や栄養塩の海域への流入は、赤潮や貧酸素水塊発生等の要因となる可能性があることから、1965～2013年度までの有明海・八代海へのCOD、T-N及びT-Pの汚濁負荷量を算定し、経年変化について整理した。

家庭（生活系）、事業場（産業系）、家畜（畜産系）、山林、田畑等（自然系）といった各発生源から排出される排出負荷量を算定した。有明海のCOD、T-N及びT-P、八代海のCOD及びT-Pは、1975～1985年度頃が高く、徐々に減少している。八代海のT-Nについては、長期的な変化傾向はみられない。

陸域からの流入負荷量について、河川等を通じて有明海及び八代海に流入する負荷量を算定した。有明海のCOD、T-N及びT-P、八代海のCOD及びT-Pの流入負荷量は、相対的に1975～1980年度頃に高く、その後減少し、1990年代後半からは概ね横ばいである。

陸域からの流入負荷量に加え、直接負荷量（降雨、ノリ養殖（酸処理剤及び施肥）、魚類養殖、底質からの溶出）を含めた有明海・八代海への汚濁負荷量を算定した。

有明海への直接負荷量を含めた汚濁負荷量については、陸域からの流入負荷量とほぼ同じ傾向にあり、1975～1980年度頃に高く、その後減少し、1990年代後半からは概ね横ばいである。

- ・陸域からの流入負荷量がCOD、T-Nでは全体の80～90%以上を占め、T-Pでは全体の70～90%程度を占める。
- ・底質からの溶出量は、T-Nでは全体の6～30%（最小値～最大値）、T-Pでは全体の19%未満である。
- ・降雨の負荷量は、CODでは全体の7～18%、T-Nでは全体の2～7%、T-Pでは全体の2～4%程度である。
- ・ノリ養殖の負荷量は、T-Pでは全体の5.9%以下、T-Nでは1.2%以下、魚類養殖の負荷（T-N、T-P）も全体の1%未満である。

八代海への直接負荷量を含めた汚濁負荷量については、CODは陸域からの流入負荷量とほぼ同じ傾向にあり、1975～1980年度頃に高く、その後は減少傾向にある。T-N及びT-Pは、2006、2009年度頃が最大であり、2010年度以降は2006、2009年度に比べやや少ない。

- ・陸域からの流入負荷量が、CODでは全体の65～90%程度、T-Nでは全体の35～70%程度、T-Pでは全体の14～67%程度を占める。
- ・底質からの溶出量は、T-Nでは全体の9～32%程度（最小値～最大値）、T-Pでは全体の17～55%程度（最小値～最大値）である。
- ・降雨の負荷量は、CODでは全体の13～34%程度、T-Nでは全体の5～15%程度、T-Pで2～6%程度である。
- ・魚類養殖（2009～2013年度平均）の負荷量はT-Nでは全体の27～31%程度、T-Pでは全体の34～48%程度を占め、陸域からの流入負荷とともに大きな負荷源となっている。

別添資料 1：汚濁負荷算定方法

1. 汚濁負荷量の算定項目

海域への汚濁負荷量の算定項目は、COD、T-N 及び T-P とした。

2. 汚濁負荷量の算定年度

海域への汚濁負荷量の算定年度は、表 1 に示すとおりであり、33 ヶ年とした。

表 1 海域への汚濁負荷量の算定年度

年度	算定年度								
1965	○	1975	○	1985	○	1995	○	2005	○
1966		1976	○	1986		1996		2006	○
1967		1977	○	1987		1997		2007	○
1968		1978	○	1988		1998	○	2008	○
1969		1979	○	1989		1999	○	2009	○
1970	○	1980	○	1990	○	2000	○	2010	○
1971		1981	○	1991		2001	○	2011	○
1972		1982	○	1992		2002	○	2012	○
1973		1983	○	1993	○	2003	○	2013	○
1974		1984	○	1994	○	2004	○		

3. 海域への汚濁負荷量の算定方法

(1) 排出負荷量

全流域について原単位法で算定した。原単位の設定は表 2 に示すとおりである。

(2) 陸域からの流入負荷量

陸域からの流入負荷量は表 2 のとおり算定した。一級河川の水質基準点より上流域については水質と月平均流量の積、水質基準点より下流域及びその他の流域については原単位法で算定した。各河川の水質基準点は表 3 に示すとおりである。

表2 陸域からの流入負荷量の算定方法

区分		1965～2001 年度	2002 年度以降
（二級河川） 基準点上流		各月の水質と月平均流量から、河川ごとに負荷量を算定	各月の水質と月平均流量から、河川ごとに負荷量を算定
基準点下流・その他の流入域	生活系	「平成 13・14 年度有明海海域環境調査（国土総合開発事業調整費調査）」（国土交通省等）の原単位等を用い、過去の原単位を推定し、各系のフレーム値を乗じて算定 ※八代海の産業系は、2002 年度以降の「発生負荷量調査」の結果を踏まえ、有明海と同様の方法で算定	「発生負荷量調査」（環境省）で用いられた原単位を用い、各系のフレーム値を乗じて算定
	産業系		
	畜産系	「発生負荷量調査」（環境省）で用いられた原単位を用い、各系のフレーム値を乗じて算定	
	自然系		

注) 1998 年度以降、本明川及びその他の流域から諫早湾干拓調整池を通じて潮受堤防排水門から諫早湾（有明海）へ流入する負荷量については、流入負荷量を（潮受堤防排水門近傍での調整池の水質×潮受堤防排水門からの排水量）により算定しており、1998 年度以降は他の河川からの流入負荷量と算定方法が異なるため、河川からの負荷量と排水門からの負荷量について単純に比較できないことに留意する必要がある。

表3 各河川の水質基準点

河川名	水質基準点	河川名	水質基準点
筑後川	瀬ノ下	矢部川	船小屋
嘉瀬川	川上 官人橋	六角川	潮見橋
本明川	鉄道橋（1995 年度まで）	緑川	城南
白川	代継橋	菊池川	白石
球磨川	横石		

(3) 海域への直接汚濁負荷量

ア) 海域への直接汚濁負荷源の分類

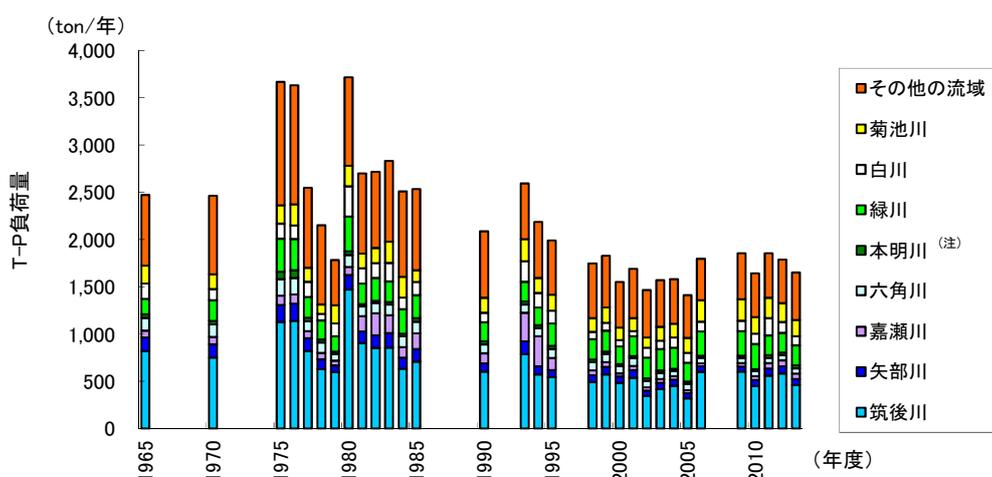
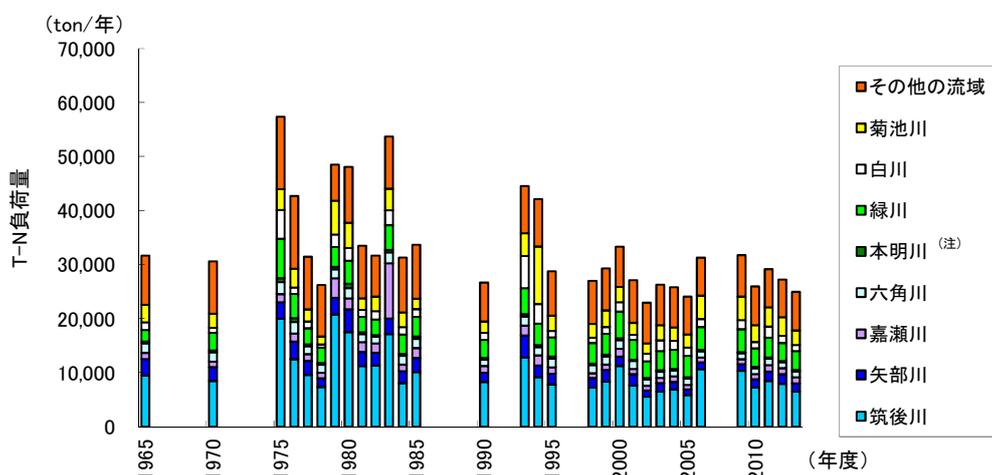
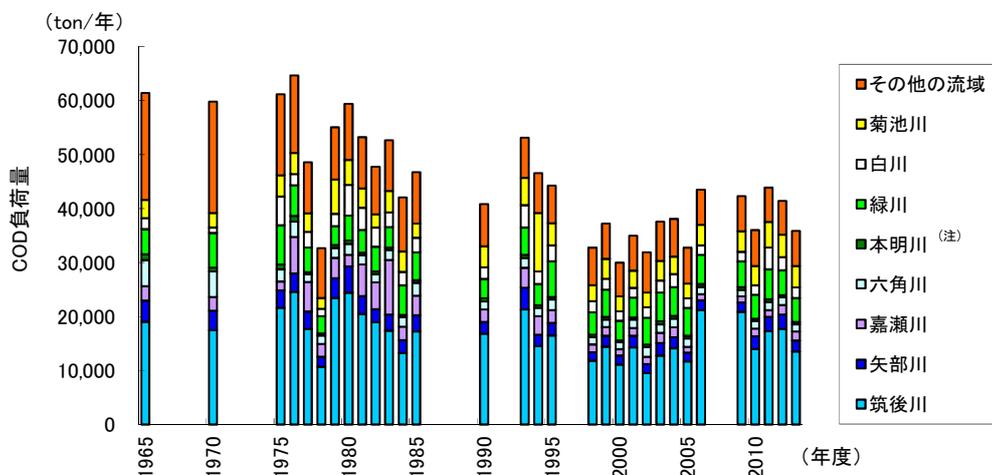
- 降雨による負荷
- ノリ養殖で使用する酸処理剤による負荷
- ノリ養殖で使用する施肥による負荷
- 魚類養殖の飼料による負荷
- 底質からの溶出による負荷

イ) 海域への直接汚濁負荷量の算定方法

表4 海域への直接汚濁負荷量の算定方法

汚濁負荷源	算定方法
降雨	<p>負荷量=年間平均降水量×海面面積×単位体積当たりの負荷量</p> <p>※ 年間平均降水量：有明海、八代海の各沿岸域の気象観測所の各年の降水量の平均。</p> <p>※ 海面面積：有明海 1,700km²、八代海 1,200km²</p> <p>※ 単位体積当たりの負荷量：「流域別下水道整備総合計画調査 指針と解説（平成11年版）」の降雨の原単位と有明海、八代海の各沿岸域の気象観測所の平年値から導いた負荷量</p>
ノリ養殖（酸処理剤）	<p>負荷量=酸処理剤の使用量（t/年）×COD、T-N及びT-Pの含有率</p> <p>※ 酸処理剤の使用量： 関係県より入手（使用量が不明な年度については、酸処理剤の使用量がノリ収穫量に依存すると仮定して算出）</p> <p>※ 酸処理剤のCOD、T-N及びT-Pの含有率： 関係県から入手した情報、有明海ノリ不作等対策関係調査検討委員会及び既存資料をもとに設定</p>
ノリ養殖（施肥）	<p>【佐賀県で1998年度より実施：T-Nのみ】</p> <p>佐賀県資料を基に設定。ただし、使用量が不明な1998年度はノリの収穫量より推定</p>
魚類養殖の飼料	<p>【T-N、T-Pのみ】</p> <p>環境省調査（発生負荷量等算定調査）における「生産量」「増肉係数」「飼料構成比」「窒素・りん含有率」により、魚種別に以下の算定式から求めた。</p> $\text{算定発生負荷量[kg/日]} = \text{生産量[t/年]} \times (\text{増肉係数}-1) \\ \times (\text{生餌構成比} \times \text{生餌NP含有率} + \text{配合飼料構成比} \\ \times \text{配合飼料NP含有率}) \div \text{年度内日数}^{\text{注)}} \times 1000$ <p>注)年度内日数 平年:365日、閏年:366日</p> <p>※2001年度以前について、「増肉係数」「飼料構成比」「窒素・りん含有率」は2001～2013年の平均値、「生産量」は「農林水産統計年報（ブリ、たい類、その他魚類）」より設定</p>
底質からの溶出	<p>【T-N、T-Pのみ】</p> <p>環境省調査（有明海及び八代海の底質を用いた溶出調査）から各海域において、コアサンプル法、数理モデル法の2つの方法で求めた溶出量で設定。</p> <p>※「有明海における底泥からの栄養塩類溶出把握実態調査 報告書」（2004年3月、環境省）、「八代海における底泥からの栄養塩類溶出把握実態調査 報告書」（2005年3月、環境省）</p> <p>※底質からの溶出量は上記調査結果しかなく、毎年算出できないため、全ての年で同じとした。</p>

(参考)「図 3.1.5 有明海の流入負荷量の変遷」について、図 3.1.3 に示す各流域から有明海等に流入する負荷量を算定した場合の結果を示す。



有明海の流入負荷量の変遷（各流域からの負荷量として算定）

注) グラフ中の「本明川」には本明川流域(図 3.1.3 参照)からの負荷量を算定し、本明川流域以外から諫早湾に流入する負荷量は「その他の流域」の一部として算定した。