

4. 将来予測シミュレーション(2015 年度)

4.1 データ整備の方法

2015 年度までに対策を実施した場合（対策あり）、対策を実施しなかった場合（対策なし）の 2 つのシナリオについて、各種フレーム値を表 6 のように設定した。以下、その詳細について述べる。

表 6 対策あり・対策なしにおけるフレーム値の設定

項目	対策あり	対策なし
処理場系	各処理場の処理区域内の処理人口変化に応じて排水量を変化させる。流域下水道については、処理施設の改善に伴う水質改善の影響を考慮する。	各処理場の処理区域内の処理人口変化に応じて排水量を変化させる。
生活系	2020年度末までの整備計画から、2015年度における集落別処理形態別人口を設定する。下水道接続率は2010年度と同等とする。	集落の人口が増加する場合には人口の増加分を合併浄化槽でまかない、減少する場合には処理形態ごとの人口比率を2010年度と同等として人口を減少させる。下水道接続率は2010年度と同等とする。
産業系	2010年度と同等とする。	対策ありと同様
面源系	滋賀県基本構想の土地利用推計を元に2015年度の土地利用を設定する。	対策ありと同様
負荷削減対策	2010年度の負荷削減対策から、環境こだわり農業、水質保全対策事業、内湖の浄化に伴う負荷削減量を追加する。	2010年度と同等とする。

(1) 処理場系

下水処理場とし尿処理場については、以下の方法で 2015 年度（対策あり・対策なし）の排水量・水質を求めた。

【排水量】

- ① 2015 年度（対策あり・対策なし）処理形態別人口のデータをメッシュに落とし込む（方法は（2）で詳述）。
- ② 各処理場がカバーする処理区域をメッシュごとに設定する。
- ③ 2010 年度、2015 年度（対策あり・対策なし）のそれぞれについて、各処理場の処理区域内メッシュの下水道人口（し尿処理場の場合はし尿処理人口）を合計する。
- ④ 2010 年度から 2015 年度（対策あり・対策なし）にかけての下水道人口（し尿処理場の場合はし尿処理人口）の変化比率を 2010 年度の排水量にかけて、2015 年度の各処理場の排水量を算出する。

【排水水質】

- ① 2015 年度（対策あり）の流域下水道（4 施設）については、下水道課提供の 2015 年度放流水質のデータから、COD・TN・TP それぞれについて水質改善が見込まれるものを採用する。

農業集落排水処理施設については、以下の方法で2015年度（対策あり・対策なし）の排水量を求めた。

- ① 2015年度（対策あり・対策なし）集落別処理形態別人口のデータから、市町ごとの農業集落排水処理施設人口を算出する。
- ② 2010年度の各農業集落排水処理施設の排水量に、その所在の市町における2010年度から2015年度（対策あり・対策なし）にかけての集落排水処理施設人口の変化比率をかけて、2015年度の各処理場の排水量を算出する。

なお施設数については、2015年度までに流域内での増設が見込まれていないことから、2010年度と同等とした。

(2) 生活系

下水道課提供の集落別処理形態別人口データには、2008年度末の実績人口と2020年度末の推定人口が整備されている。2015年度（対策あり）における集落別処理形態別人口は、前述のように2008年度末のものを2010年度と同等と仮定し、この2010年度と2020年度末の人口の中間値として整備した。

一方2015年度（対策なし）については、集落別の合計人口の変化は、2015年度（対策あり）と同等とした上で、以下の考え方により集落別処理形態別人口を設定した。

- ① 集落の人口が増加する場合：下水道・農業集落排水等処理施設・単独浄化槽・その他については2010年度と同等とし、人口の増加分を全て合併浄化槽でまかなう。
- ② 集落の人口が減少する場合：処理形態ごとの人口比率を2010年度と同等として人口を減少させる。

なお下水道接続率は、対策あり・対策なし共に2010年度と同等と仮定し、2010年度と同様の方法で実際の処理形態別人口を算出した。

以上により整備された2015年度（対策あり・対策なし）の集落別処理形態別人口に対し、2010年度と同じ方法でメッシュに割り振った。なお使用した土地利用は、後述する2015年度のメッシュ別土地利用データである。

市町別に2010年度、2015年度（対策あり・対策なし）の処理形態別人口の設定値を図示したものが図21～図24である（ここでの下水道は整備人口を示す）。

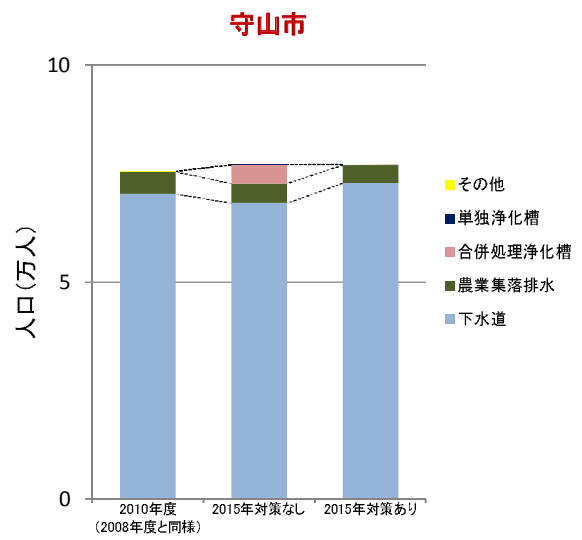
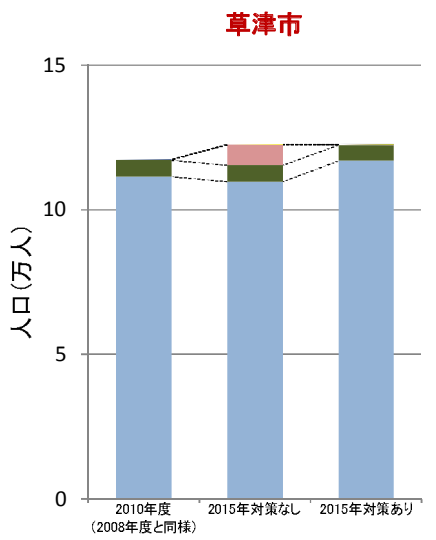
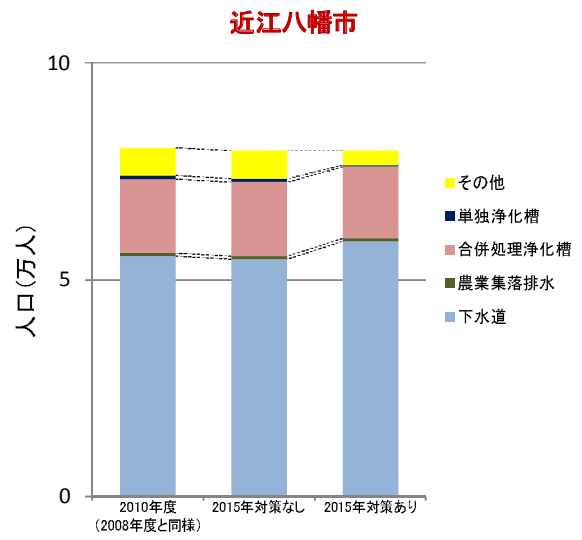
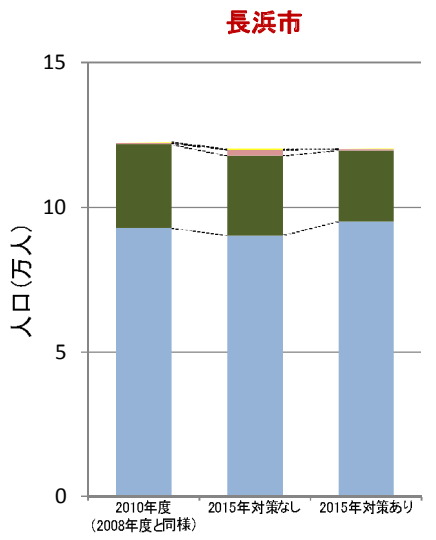
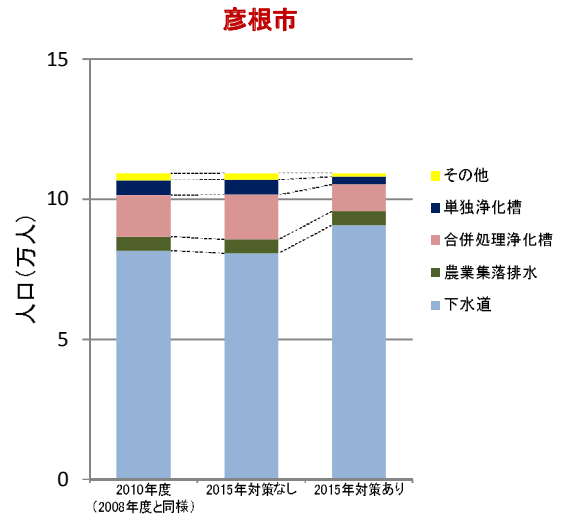
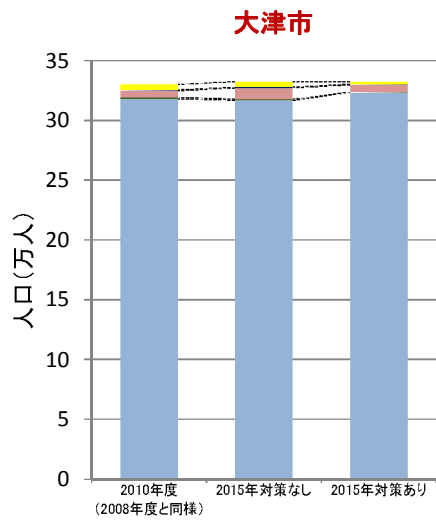


図 21 市町別処理形態別人口設定値 (その1)

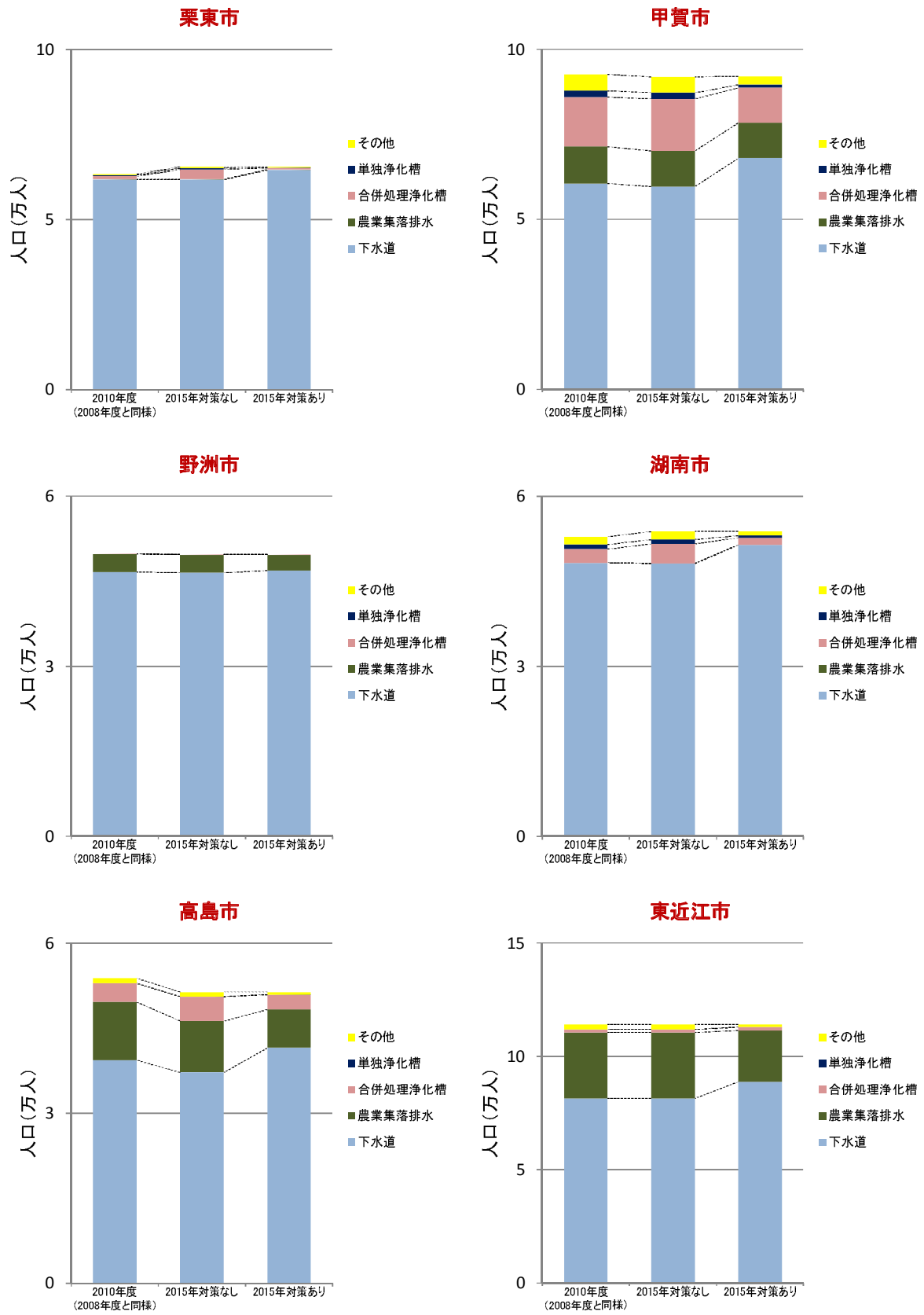


図 22 市町別処理形態別人口設定値 (その 2)

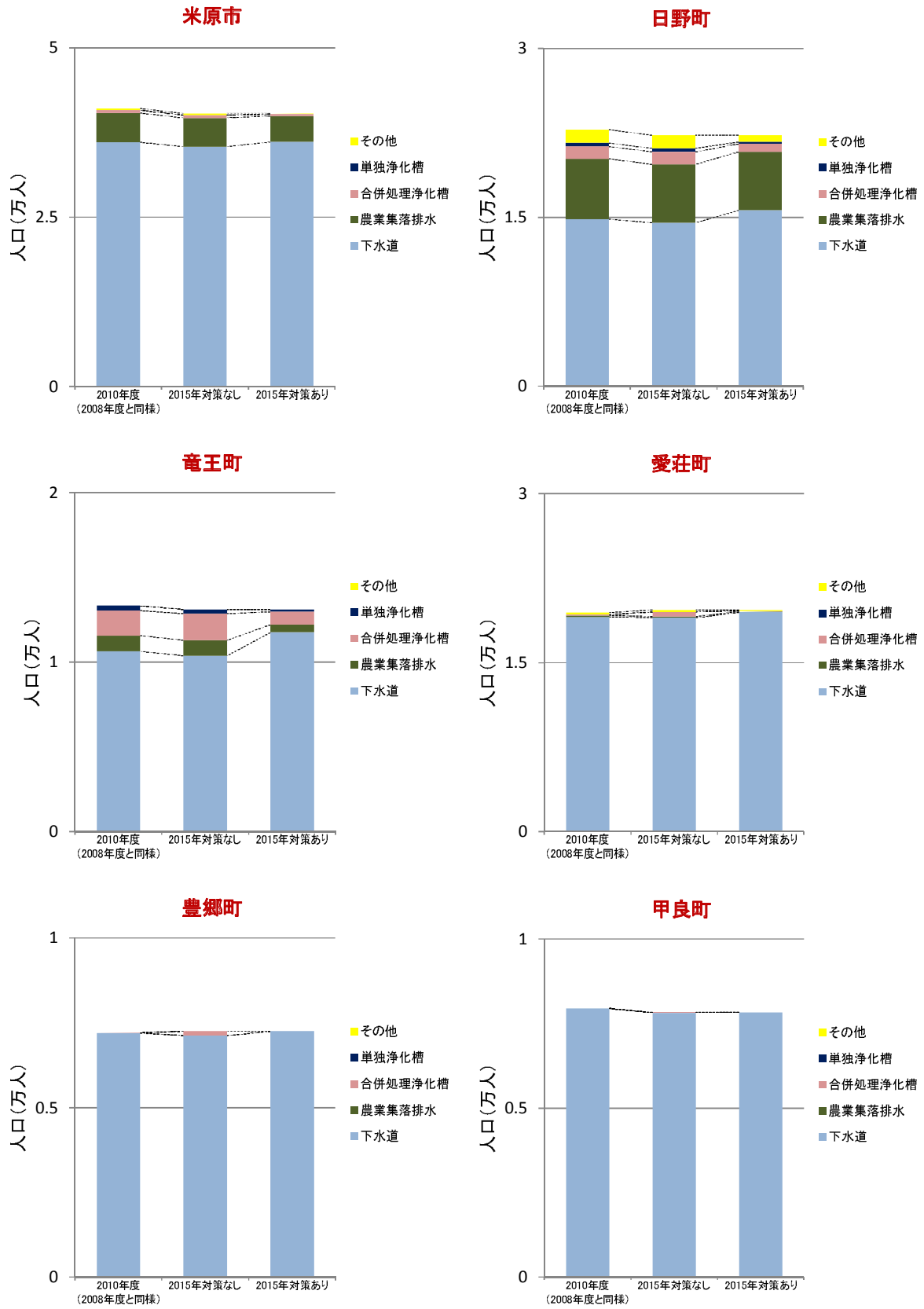


図 23 市町別処理形態別人口設定値 (その3)

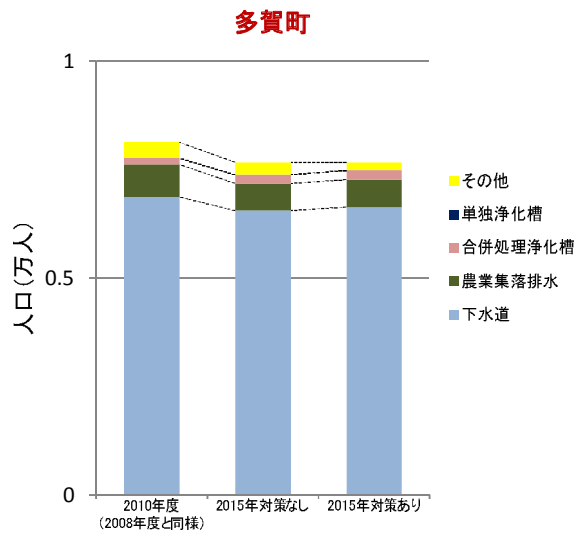


図 24 市町別処理形態別人口設定値 (その 4)

(3) 産業系

産業系については、以下の理由により、対策あり・対策なし共に2010年度と同等とした。

- ① 事業所の新設が明らかになっているのは概ね1年後までであり、それ以降は不明であること。
- ② 事業所の新設に関するデータは基本的に非公開であること。
- ③ 判明している新設分についても、排水量は不明であること。

(4) 面源系

滋賀県基本構想（第四次滋賀県国土利用計画）において、2007年度から2017年度にかけての県全体における土地利用の推計がなされている。各土地利用について、この10ヶ年の増減分の半分を、2010年度の土地利用について適用し、2015年度（対策あり・対策なし）の土地利用を求めた。

具体的には、以下の方法によりメッシュ別土地利用を算定した。

- ① 滋賀県基本構想（第四次滋賀県国土利用計画）のデータから、2010年度から2015年度（対策あり・対策なし）までの土地利用変化比率を算出する（表7）。
- ② 2010年度のメッシュ別土地利用データに、①の変化比率をかける。なお各土地利用の対応関係は以下の通りである。

(ア) 【2010年度】	～	【滋賀県基本構想】
(イ) 水田・畑	～	農用地
(ウ) 山林	～	森林
(エ) 市街地	～	宅地
(オ) 道路	～	道路
(カ) 荒れ地	～	原野
(キ) その他	～	その他

(ク) 水面・ゴルフ場：変化なし

- ③ 各メッシュにおける面積比率の合計が1になるように補正を行う。補正の方法は以下の通りである。補正後土地利用＝補正前土地利用×(1-水面・ゴルフ場)/(水面・ゴルフ場除く合計)

表 7 土地利用変化比率

利用区分	平成19年 (2007年) km2	平成29年 (2017年) km2	2007～2017年 の増減率 -	2010～2015年 の増減率(左 記の半分) -	基準年(2010 年)からの比 率 -
農用地	542	527	-0.028	-0.014	0.986
森林	2048	2038	-0.005	-0.002	0.998
宅地	258	268	0.039	0.019	1.019
道路	141	151	0.071	0.035	1.035
原野	7	7	0.000	0.000	1.000
その他	230	236	0.026	0.013	1.013
水面・河川・水路	792	792	0.000	0.000	1.000
合計	4017	4017	0.000	0.000	1.000

(5) 負荷削減対策

対策ありでは、表 5 に示すように環境こだわり農業、水質保全対策事業、内湖の浄化について 2010 年度からさらに対策を進めるものとして、地表流もしくは河川水から負荷を削減した。

対策なしでは、全ての対策について 2010 年度と同等の負荷削減量であるとした。

4.2 計算条件

(1) 計算年度

予測対象期間は2015年4月から2016年3月までであるため、その水質予測を行うには、2015年度の環境条件を設定して1ヶ年分の計算を実施するのが最も簡単である。しかし、琵琶湖の滞留時間は北湖で5.5年、停滞期と循環期の形成を考慮すれば深水層では実際に水が入れ替わるまでにさらに長い年月を要し、流入負荷等の環境変化は中長期的に現れてくる。これを踏まえれば、単年度の予測では正確な2015年度の水質予測を行うことができないため、2010年度から2015年度まで複数年度に渡り連続して計算を行うことが必要である。

以上より、2015年度の水質予測を行うため、各モデルについて下記の通り6ヶ年以上の計算を行った。

陸域水物質循環モデル：2009年12月1日より1ヶ月間の助走計算を行い、初期値を作成した後、2010年1月1日から2016年3月31日までの計算を行った。

湖内流動モデル：2010年2月の湖内水温観測値から各層における初期値を作成し、陸域からの計算結果を受けて、2010年2月1日から2016年3月31日までの計算を行った。

湖内生態系モデル：2010年3月の湖内水質観測値から各メッシュ・各層における初期値をスプライン補間により作成し、陸域と湖内流動からの計算結果を受けて、2010年3月1日から2016年3月31日までの計算を行った。

(2) 気象条件

琵琶湖の水質は年々の気象により左右されるため、2015年度の気象の設定は水質予測の上で重要である。一方でこの間の気象を2010年度と違ったものにしてしまうと、2015年度における水質の変化が、対策の進展によるものなのか、それとも気象が違うためなのかが不明確になり、水質保全計画としての活用が困難になる。

したがって、2010年度と同様の気象を2015年度にも使用することを前提とするが、2010年度が極端な渇水や多雨などの異常年でないかどうかの確認は必要であるため、過去10年間、30年間と比較してその位置づけについて検討した。比較は過去から長期的にデータの蓄積されている彦根気象官署を対象にして行った。

1) 気温

年平均気温で見ると、1981年度から2000年度頃までは上昇傾向、その後横ばいとなっている。2010年度の年平均気温15.0度は、過去10年間の平均値15.0度とほぼ同じで、過去30年間の平均値14.7度よりもやや高い。過去10年間の中では5番目に高く、過去30年間の中では10番目に高い。

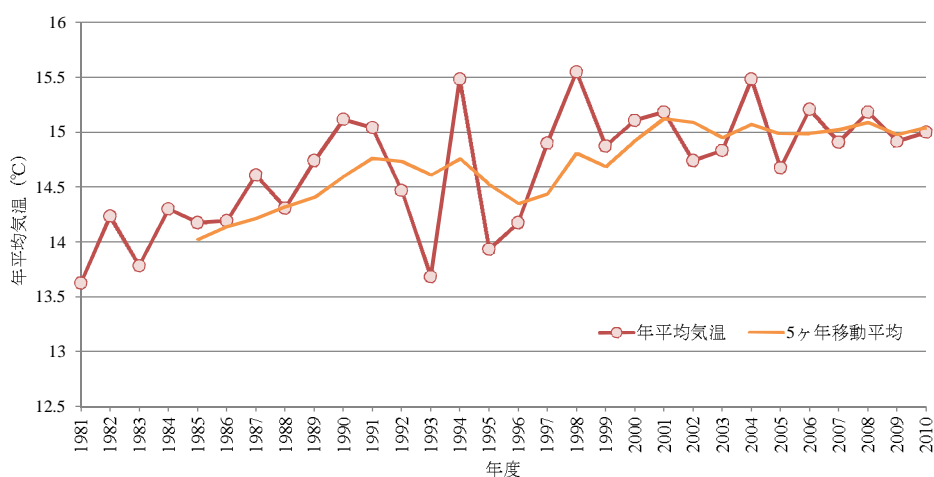


図 25 年平均気温の推移

2) 降水量

年降水量で見ると、2010年度の年降水量1769mmは、過去10年間の平均値1537mmや、過去30年間の平均値1559mmよりも多い。過去10年間の中では2番目に多く、過去30年間の中では6番目に多い。

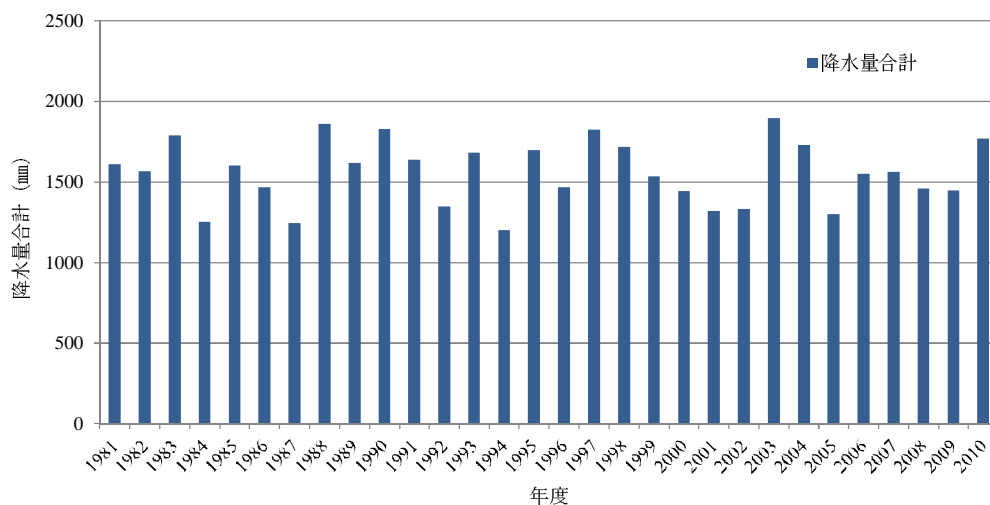


図 26 年降水量の推移

3) 降雪量

降雪の深さで見ると、2010年度の合計値85cmは、過去10年間の平均値65.0cmよりも多く、過去30年間の平均値95.7cmよりも多い。過去10年間の中では3番目に多く、過去30年間の中では15番目に多い。

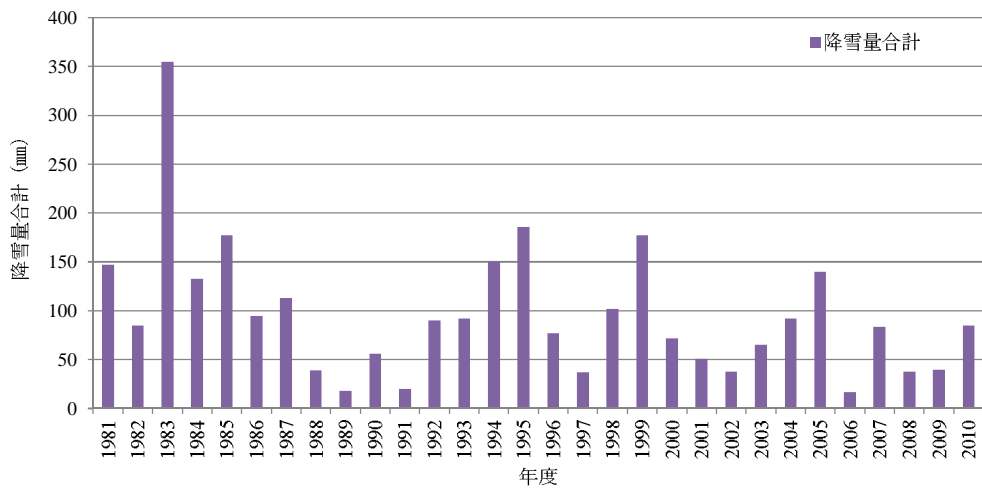


図 27 降雪の深さの推移

4) 月単位の比較 (気温・降水量)

過去 10 年間で見て、特に 7 月、9 月の降水量が多く、11 月の降水量が少ない傾向が見られた。また夏季の気温が高く、冬季から春季にかけての気温が若干低い傾向にあった。その他は概ね平年並みである。過去 30 年間で見ても概ね同様の傾向が見られる。

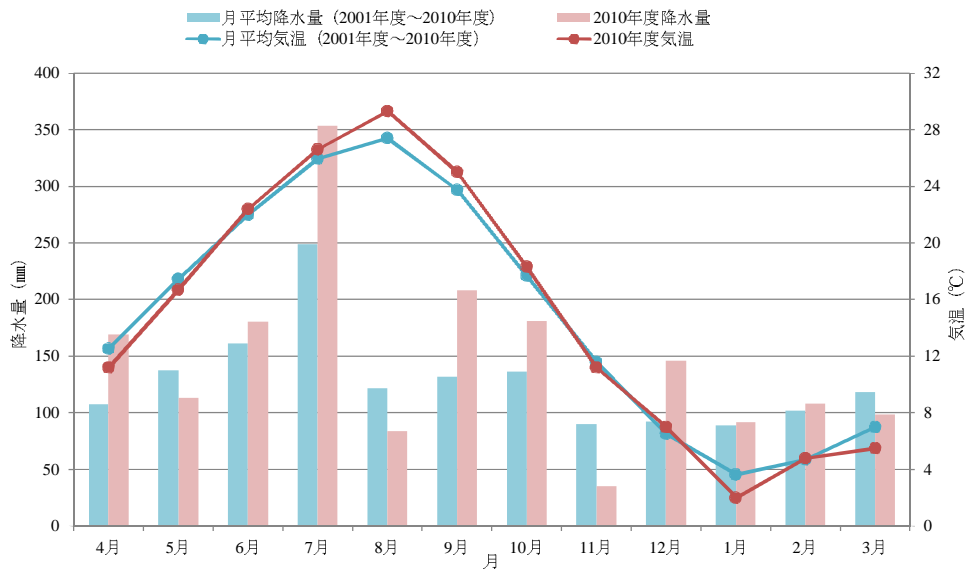


図 28 過去 10 年間の平均降水量・気温と 2010 年度との比較

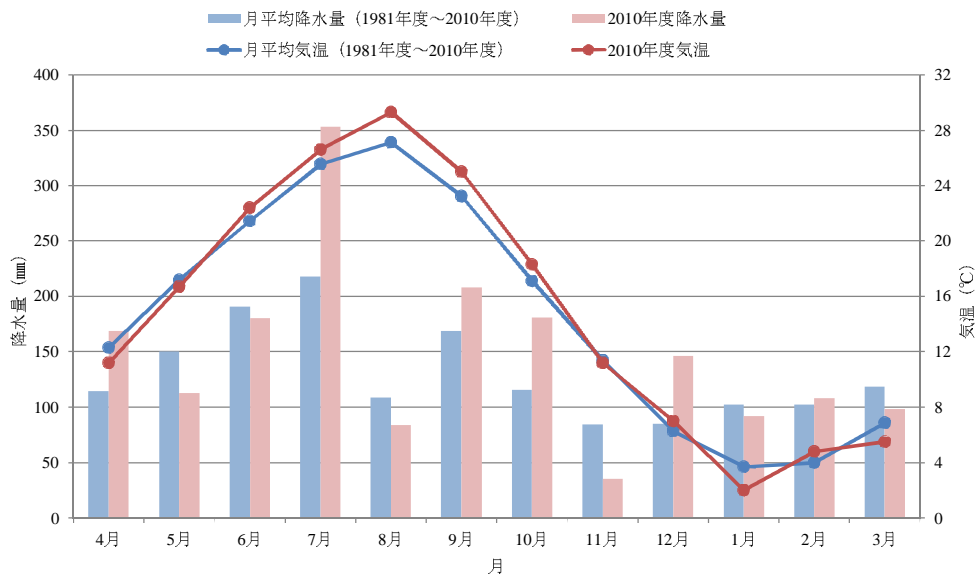


図 29 過去 30 年間の平均降水量・気温と 2010 年度との比較

5) 2010 年度の気象のまとめ

以上より、2010 年度は、夏季から秋季に降水量が多く、また夏季に気温がやや高く、冬季に気温がやや低い傾向にはあったが、過去 10 年間や 30 年間で見たときに特異な年であるとは言えず、将来予測において利用する上では問題ないと考えられる。

これより、2015 年度単年度の計算を、2010 年度の気象を用いて計算を行い、得られた結果を将来水質予測値とした。

(3) 経年変化の考慮

4.1 において 2015 年度のフレーム値等のデータを設定したが、2010 年度から 2015 年度にかけて 6 ヶ年間の計算を行う場合、その間の変化についても同様に考慮する必要がある。

本予測計算では、点源負荷量、土地利用、負荷削減対策の 3 つについて、2010 年度から 2015 年度までに段階的に変化するものと考え、年度ごとに異なる入力データを用いて計算することにした。なお経年変化は線形的に生じるものと仮定してデータを整備した。

4.3 計算結果

(1) 経年変化の予測結果

2011年度から2015年度までの湖内水質の経年変化を図示したものが図30である。

北湖について見ると、対策あり・対策なし共に、TN、TPでは2011年度に若干減少した後横ばいの濃度、TOCでは2011年度以降ほぼ横ばいの濃度で推移すると予測された。RTOC濃度についてもTOCと同様、ほぼ横ばいで推移すると考えられた。

一方、原単位法による流域全体の流入負荷量で見ると、いずれの水質項目でも現況と比べて「対策あり」ではほぼ横ばいもしくは減少している（第5章参照）。このように、有機物と栄養塩、もしくは有機物の流入負荷と湖内水質で若干の傾向の乖離が見られた原因であるが、本検討で構築した琵琶湖流域水物質循環モデルは、湖内の特に有機物に関する生産や循環の精度を高めるため、湖水中および植物プランクトン体内のC/N/P比により一次生産量や質が変化する構造としている。このことから、湖内循環と流入負荷の変化に伴い湖水中のC/N比及びC/P比が変化し、湖内生産及び有機物分解に影響を与えている可能性が考えられる。

なお北湖におけるTOCの濃度上昇は、シミュレーションでは主に夏季から秋季にかけて見られている（図31）。岸本ら（2011）⁴の研究からは、1995年から2005年の間に、藍藻類による純生産量が夏季から秋季にかけて増加し、結果として湖内における生産量も増加してきた可能性が示唆されており、こうした研究成果とも一致する結果であると考えられる。実際、湖内におけるTOCの観測が行われ始めた1997年以降について見ると、TOCやTN、TPの流入負荷量、ならびにTN、TPの湖内濃度は経年的に減少しているにもかかわらず、湖内TOC濃度は減少していない。これは、有機物濃度が湖内生産及びその分解過程の機構に大きな影響を受けること、またTN・TPの濃度だけでは湖内生産量を推定できないことを意味している。本検討ではその要因をC/N/P比の変化という観点から捉えて予測計算を行っているが、その詳細なメカニズムを解明するために、湖内生産構造に着目した今後の研究が待たれる。

また北湖のTNが「対策なし」でも流入負荷量がほぼ変化しない（第5章参照）一方で濃度が減少する要因は、植物プランクトンへの取込、窒素含有有機物の底層への沈降、底泥での脱窒、底質から溶出の減少など湖水中から除去される現象の変化により複雑に起きているものと考えられるが、このような複雑な現象を通じて過去からの負荷量の減少が時間遅れで効いてきている可能性がある。今回構築したモデルは、2004～2008年の複数年で再

⁴ 岸本直之ら：琵琶湖におけるプランクトン種の変化と有機物フローの把握に関する研究、環境省環境研究総合推進費終了研究成果報告書「湖内生産および分解の変化と難分解性有機物を考慮した有機汚濁メカニズムの解明に関する研究（B-0805）、2011.

現したものを基本として用いているが、この間はまだ濃度が減少し続けている時期であり、現在の負荷量に見合った濃度になるまで減少傾向が続くことが考えられる。モデルの予測では、北湖では 2010 年度から 2011 年度にかけて TN が減少し、その後横ばいとなることから、あと 1 年程度は減少傾向が続くことが予想される。

南湖については北湖と異なり、対策ありと対策なしで比較的顕著な濃度の差が見られた。特に対策なしの場合には、2012 年度以降に増加する傾向がいずれの水質項目についても見られ、同様の傾向が RTOC 濃度についても見られた。これは、南湖流域の天津市や草津市、守山市等では、2015 年度までに人口の増加が見込まれているが、対策なしではこの増加分は全て合併浄化槽によりまかなわれると仮定しているためである。図 32 に処理形態別排出負荷量の原単位の一例を示すが、下水道に比べて合併浄化槽や雑排水未処理の処理形態については負荷量が非常に大きく、対策なしでは合併浄化槽等による負荷の大きな排水が流入することの影響と考えられる。

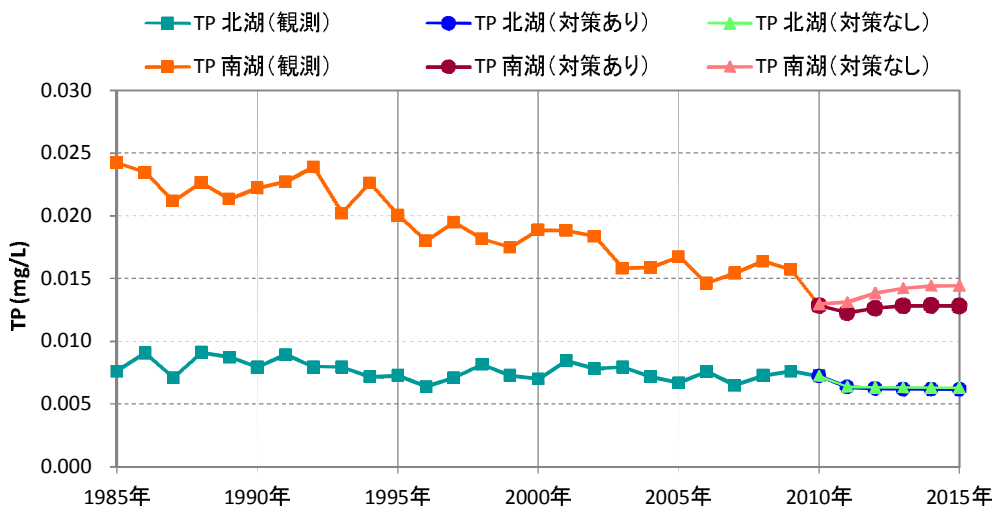
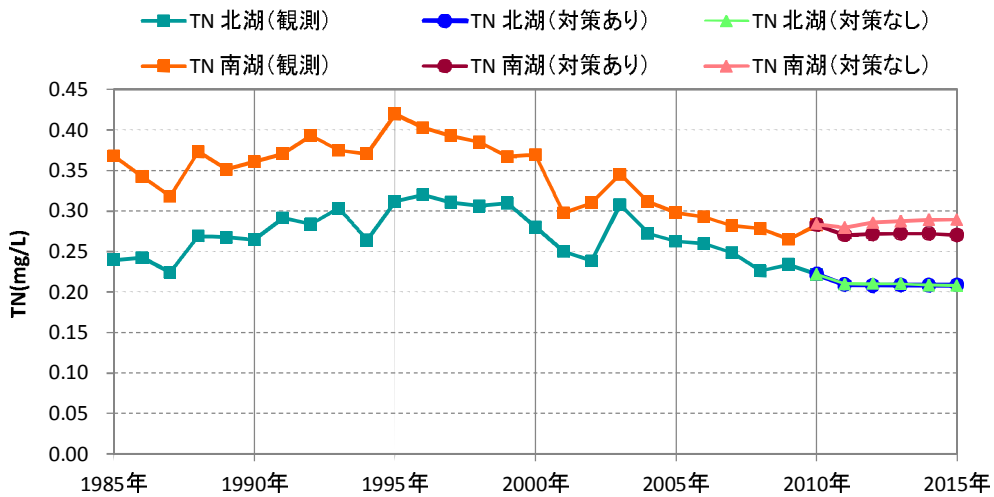
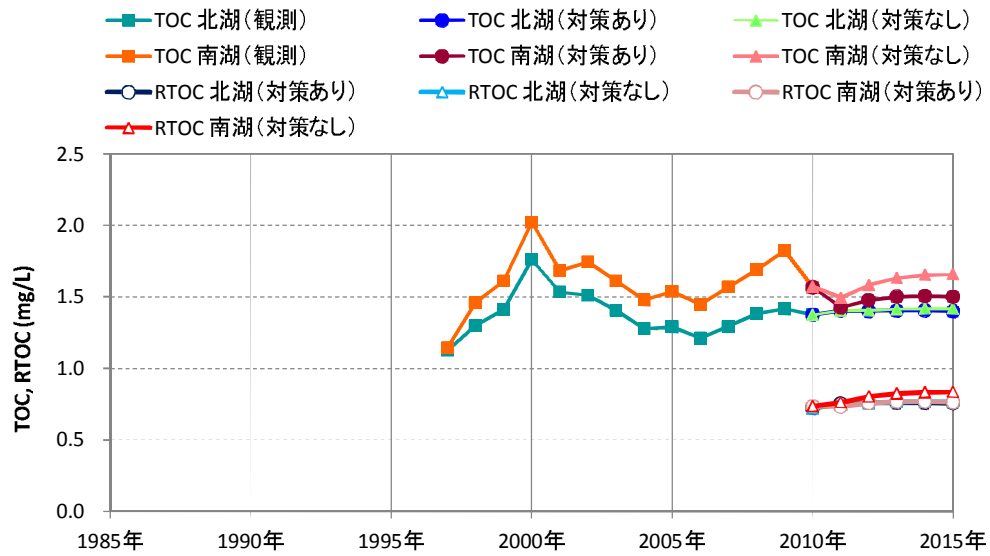


図 30 経年変化の予測結果

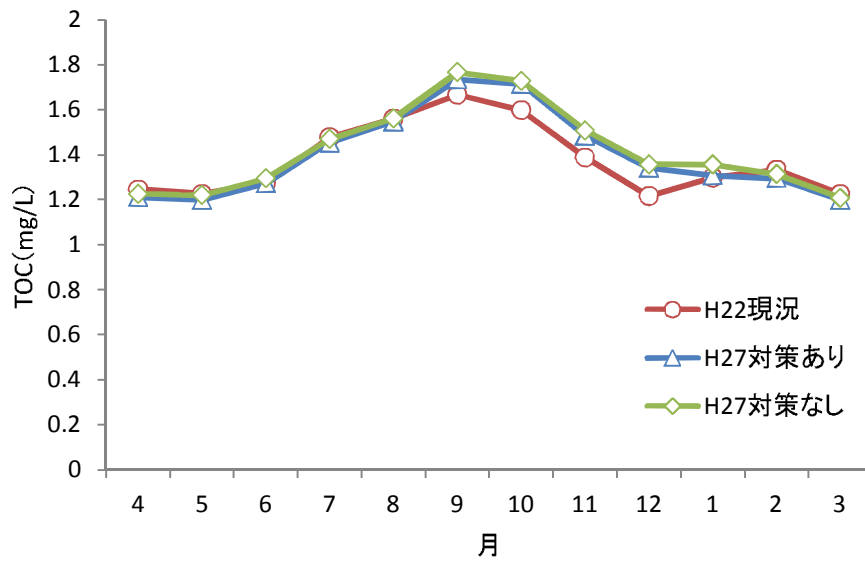


図 31 対策あり・なしにおける TOC 濃度の違い (北湖平均)

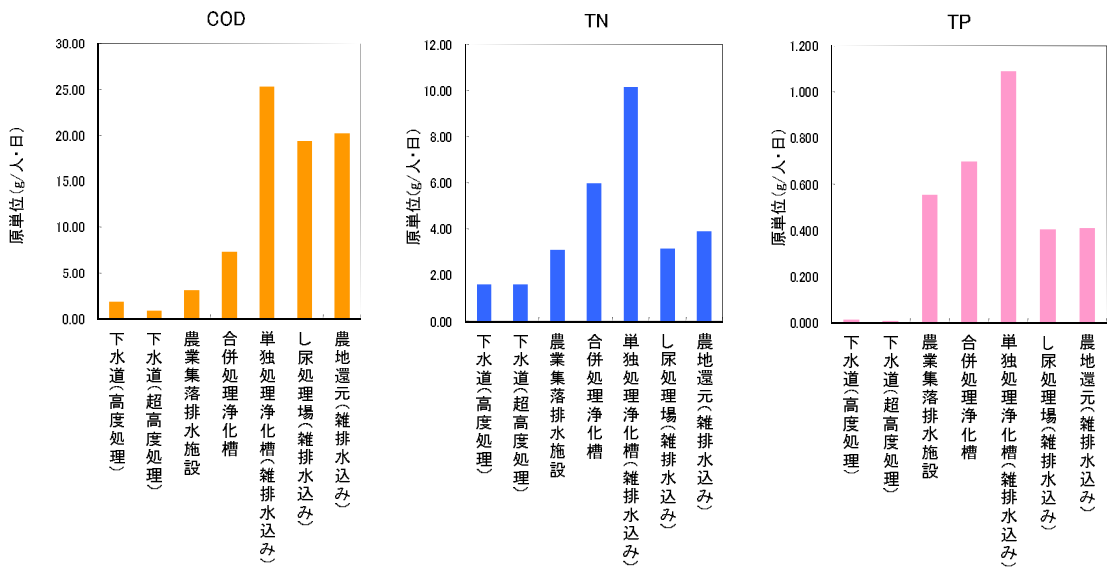


図 32 処理形態別排出負荷量原単位 (処理場系は H16 年度の実績を元に計算)

(2) 2015 年度の予測結果

1) 濃度・負荷量

2015 年度（対策あり・対策なし）の水質予測を行った結果を、図 33 ならびに表 8 に示す。

対策を実施した場合としない場合の差は TP で最も大きく、特に南湖では 13.7%の差が見られた。これは、前述のように 2015 年度までに南湖東岸地域（草津市、守山市、栗東市など）で人口の増加が見込まれているが、対策なしではこれらの人口増加分が全て合併浄化槽でまかなわれると仮定しているため、その生活排水由来の負荷が影響しているものと考えられる。TOC や TN でも同様の傾向が見られることから、対策の効果は主に南湖で現れ、対策を実施することで多くの水質項目・水域で現状と同程度あるいはそれ以上の水質改善効果が期待できると考えられた。

地点ごとの傾向の違いについて考察する。まず、第 2 章で示したように、南湖 8C の地点は有機物の環境基準点の中で最も高い濃度となり、湖沼計画上の評価対象地点となる。表 8 における 8C の濃度で見ると、「対策あり」に比べて「対策なし」では TOC で 16.8%増加、TN で 15.4%増加、TP で 21.2%増加となっている。一方、原単位法による流域全体の流入負荷量（第 5 章参照）で見ると、「対策あり」に比べて「対策なし」では、TOC で 1.8%増加、TN で 2.5%増加、TP で 8.2%増加している。このような違いが生じるのは地域ごとの特性のためであり、例えば 8C に隣接する赤野井湾への流入負荷量を見ると、「対策あり」に比べて「対策なし」では、TOC で 16.9%増加、TN で 25.5%増加、TP で 22.9%増加しており、湖内水質の変化とも概ね一致することが分かる（なおシミュレーションでは面源負荷について原単位法を用いていないため、この数値が第 5 章の負荷量とは必ずしも対応しない）。赤野井湾流域の大部分を占める守山市では、2015 年度までに人口の増加が見込まれており、「対策なし」ではこの増加分は全て合併浄化槽によりまかなわれる。下水道分は湖南中部浄化センターで処理されることから、赤野井湾流域には流入しないため、「対策あり」と「対策なし」の差は原単位で見るとより大きくなる。こうした前提条件の違いが流入負荷量の差に効いている。

同じように南湖 6B の濃度について見ると、「対策あり」に比べて「対策なし」では、TOC で 12.9%増加、TN で 8.5%増加、TP で 14.7%増加となっている。一方南湖への流入負荷量を見ると、「対策あり」に比べて「対策なし」では、TOC で 3.8%増加、TN で 11.4%増加、TP で 8.9%増加している。8C に比べて流入負荷とあまり対応していないのは、北湖からの流入の影響も強く受けるためであると考えられる。

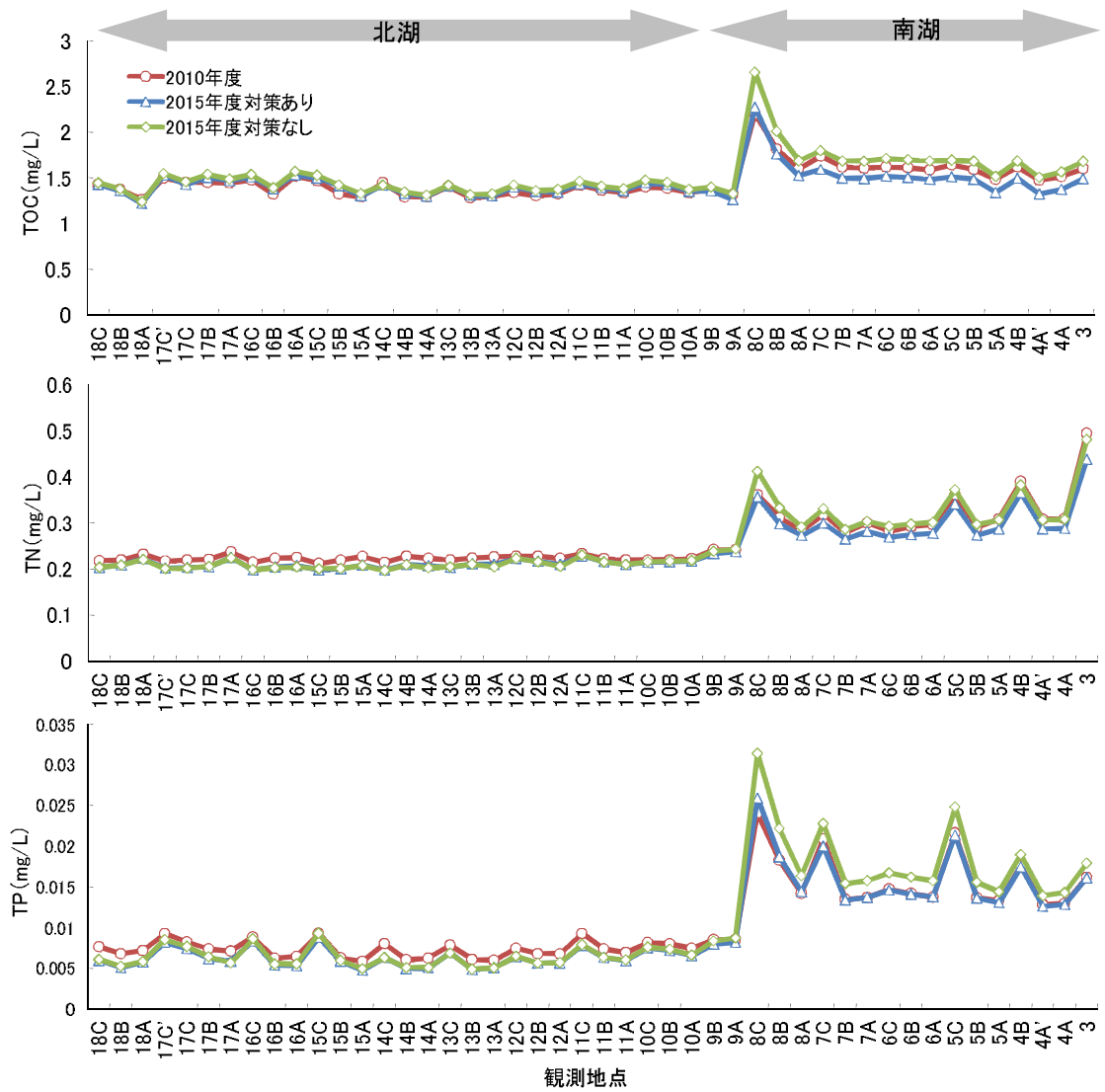


図 33 2015 年度の水質予測結果 (対策あり・対策なし)

表 8 各観測地点における水質のシミュレーション結果（年間平均値）

観測地点		TOC			TN			TP			
		2010年度	2015年度 対策あり	2015年度 対策なし	2010年度	2015年度 対策あり	2015年度 対策なし	2010年度	2015年度 対策あり	2015年度 対策なし	
北湖	18C	1.43	1.43	1.45	0.218	0.204	0.204	0.0077	0.0060	0.0061	
	18B	1.37	1.36	1.38	0.220	0.209	0.209	0.0068	0.0051	0.0053	
	18A	1.26	1.22	1.24	0.233	0.222	0.221	0.0072	0.0058	0.0059	
	17C'	1.50	1.53	1.55	0.218	0.202	0.201	0.0093	0.0082	0.0086	
	17C	1.45	1.43	1.46	0.220	0.203	0.202	0.0083	0.0074	0.0077	
	17B	1.45	1.51	1.54	0.222	0.205	0.206	0.0074	0.0062	0.0064	
	17A	1.45	1.47	1.49	0.238	0.226	0.224	0.0072	0.0059	0.0057	
	16C	1.48	1.51	1.54	0.215	0.198	0.199	0.0089	0.0083	0.0087	
	16B	1.32	1.38	1.39	0.224	0.205	0.203	0.0063	0.0054	0.0055	
	16A	1.52	1.54	1.57	0.226	0.207	0.204	0.0065	0.0053	0.0056	
	15C	1.47	1.50	1.53	0.213	0.199	0.201	0.0093	0.0088	0.0093	
	15B	1.33	1.41	1.42	0.220	0.201	0.201	0.0063	0.0059	0.0060	
	15A	1.29	1.31	1.33	0.228	0.209	0.208	0.0059	0.0048	0.0050	
	14C	1.45	1.42	1.42	0.214	0.198	0.197	0.0081	0.0064	0.0063	
	14B	1.29	1.33	1.35	0.229	0.211	0.210	0.0061	0.0050	0.0051	
	14A	1.29	1.30	1.31	0.224	0.208	0.203	0.0063	0.0051	0.0051	
	13C	1.41	1.42	1.42	0.220	0.204	0.206	0.0079	0.0069	0.0069	
	13B	1.28	1.31	1.32	0.224	0.211	0.211	0.0061	0.0049	0.0049	
	13A	1.30	1.30	1.33	0.227	0.210	0.205	0.0060	0.0051	0.0051	
	12C	1.34	1.40	1.42	0.228	0.223	0.224	0.0075	0.0064	0.0065	
	12B	1.31	1.35	1.36	0.228	0.218	0.216	0.0068	0.0057	0.0057	
	12A	1.33	1.35	1.38	0.223	0.211	0.206	0.0068	0.0057	0.0058	
	11C	1.42	1.43	1.46	0.234	0.229	0.231	0.0093	0.0078	0.0079	
	11B	1.36	1.39	1.41	0.223	0.216	0.216	0.0074	0.0063	0.0064	
	11A	1.34	1.36	1.38	0.221	0.211	0.210	0.0070	0.0060	0.0061	
	10C	1.40	1.45	1.48	0.220	0.214	0.216	0.0082	0.0075	0.0076	
	10B	1.39	1.43	1.45	0.220	0.216	0.218	0.0080	0.0072	0.0074	
	10A	1.34	1.35	1.37	0.223	0.218	0.218	0.0075	0.0066	0.0067	
	南湖	9B(9C)	1.37	1.36	1.40	0.242	0.234	0.239	0.0086	0.0080	0.0084
		9A	1.32	1.26	1.33	0.242	0.237	0.244	0.0085	0.0082	0.0087
8C		2.21	2.27	2.66	0.362	0.357	0.412	0.0241	0.0259	0.0314	
8B		1.82	1.76	2.01	0.312	0.298	0.333	0.0183	0.0187	0.0222	
8A		1.60	1.53	1.69	0.284	0.273	0.292	0.0142	0.0144	0.0164	
7C		1.74	1.59	1.80	0.319	0.299	0.332	0.0209	0.0200	0.0228	
7B		1.62	1.50	1.69	0.280	0.265	0.286	0.0135	0.0134	0.0154	
7A		1.60	1.49	1.68	0.300	0.282	0.304	0.0137	0.0137	0.0158	
6C		1.62	1.52	1.71	0.282	0.269	0.293	0.0147	0.0146	0.0168	
6B		1.61	1.50	1.70	0.292	0.275	0.298	0.0142	0.0141	0.0162	
6A		1.59	1.49	1.69	0.297	0.278	0.302	0.0137	0.0138	0.0158	
5C		1.65	1.51	1.70	0.361	0.341	0.373	0.0216	0.0213	0.0248	
5B		1.59	1.49	1.68	0.291	0.274	0.297	0.0137	0.0137	0.0156	
5A		1.49	1.34	1.52	0.309	0.288	0.307	0.0133	0.0131	0.0144	
4B		1.62	1.50	1.69	0.390	0.366	0.383	0.0176	0.0175	0.0190	
4A'	1.48	1.33	1.51	0.309	0.288	0.306	0.0129	0.0126	0.0139		
4A	1.51	1.38	1.57	0.310	0.288	0.308	0.0130	0.0129	0.0143		
3	1.60	1.49	1.68	0.495	0.438	0.481	0.0162	0.0162	0.0179		
観測地点全体	北湖平均	1.38	1.40	1.42	0.223	0.210	0.210	0.0073	0.0063	0.0064	
	南湖平均	1.61	1.52	1.70	0.315	0.297	0.322	0.0152	0.0151	0.0172	
環境基準点	北湖平均	1.41	1.43	1.45	0.223	0.208	0.208	0.007	0.006	0.006	
	南湖平均	1.68	1.63	1.83	0.292	0.275	0.298	0.014	0.014	0.016	

* モデルで設定しているメッシュサイズ上、9Bと9Cは同一メッシュとなる

* 網掛けのラインは環境基準点であることを示す

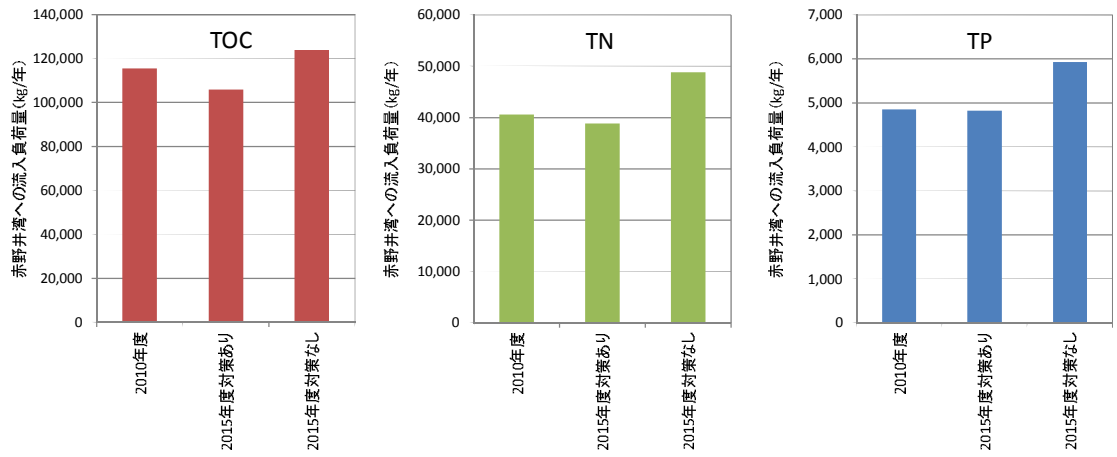


図 34 赤野井湾への流入負荷量 (シミュレーション結果)

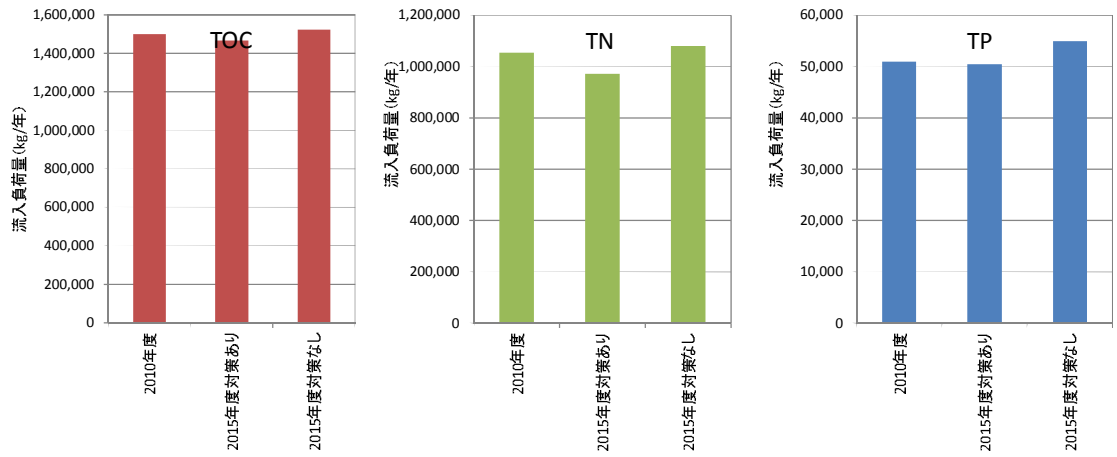


図 35 南湖への流入負荷量 (シミュレーション結果)

2) 有機物収支

2015 年度における湖内の有機物収支の様相を描いたものが図 36 ならびに図 37 である。難分解性有機物の総生産量を見ると、対策ありで 22,660t、対策なしで 23,128t となり、現況の 22,283t と比べいずれもわずかながら増加する結果となった。起源別に見ると、対策ありでは陸域由来はほぼ同等で湖内由来の差が効いており、対策なしでは陸域由来の差も一部あるものの、湖内由来の差が大きく効いていた。これは、前述の C/N/P 比による内部生産構造の違いが反映された結果であると考えられるが、いずれにしても量的に大きな増加ではなく、将来にわたって有意に難分解性有機物が増加するということを現時点で結論づけられるものではないと考えられる。難分解性有機物の由来については、対策ありでは陸域由来が 30.7%、湖内由来が 69.3%、対策なしでは陸域由来が 30.5%、湖内由来が 69.5% となり、対策ごとの違いは小さいと予想された。

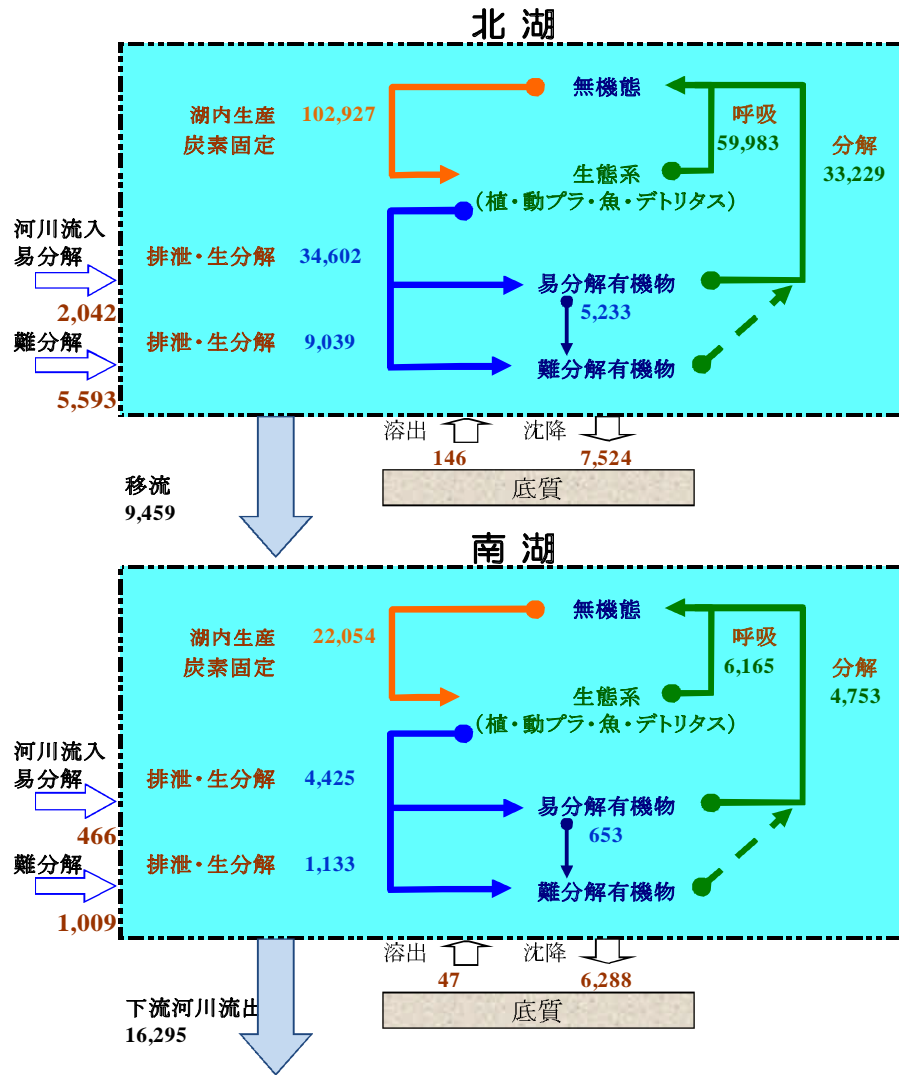


図 36 湖内有機物収支の結果 (2015 年度対策あり)

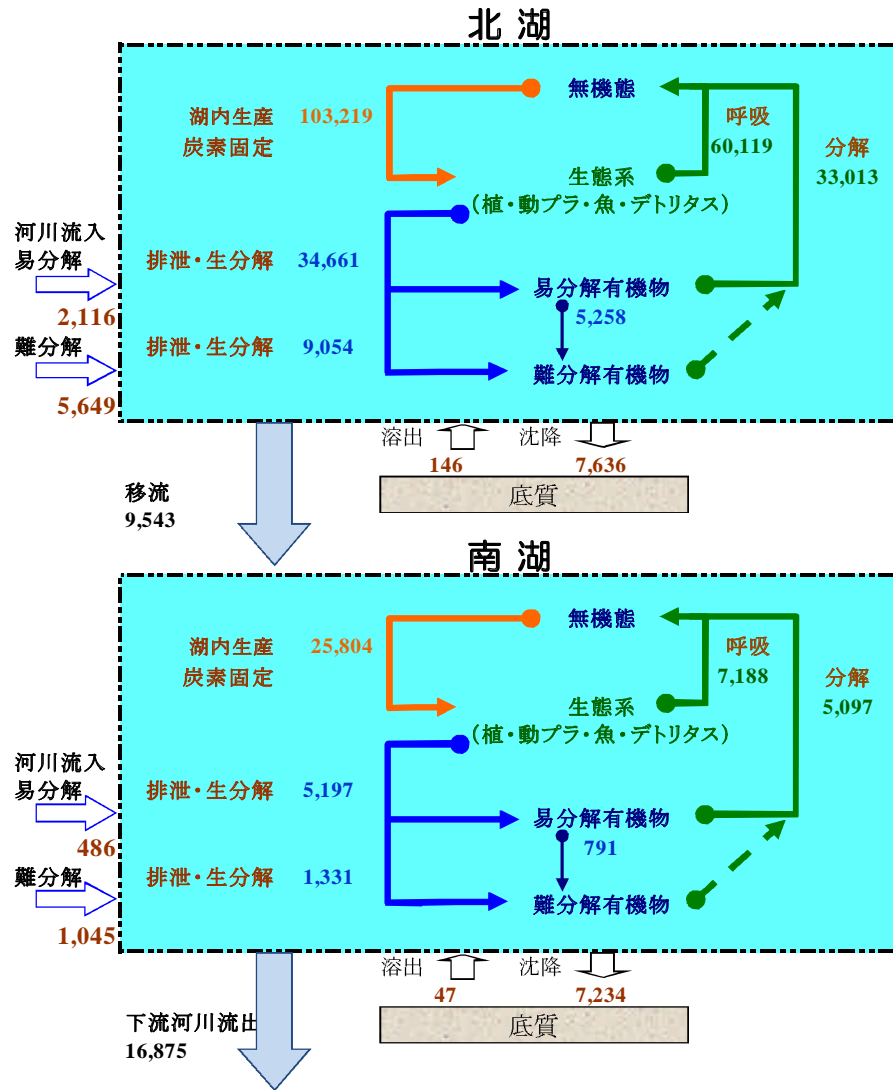


図 37 湖内有機物収支の結果 (2015 年度対策なし)

5. 原単位法による負荷量推計

5.1 負荷量の計算方法

(1) 処理場系

第3・4章により得られたメッシュ別処理場系負荷を用いて、琵琶湖流域内にあるメッシュ分だけを集計して処理場系負荷量を算出した。

(2) 生活系

第3・4章により得られたメッシュ別・処理形態別人口を用いて、琵琶湖流域内にあるメッシュ分だけを集計し、各処理形態の原単位をかけ、生活系負荷量を算出した。

(3) 産業系

第3・4章により得られたメッシュ別産業系負荷を用いて、琵琶湖流域内にあるメッシュ分だけを集計して産業系負荷量を算出した。ただし2005年度までの集計については、当時の事業所の存否が不明なため、従来通り観光客と畜産（豚のみ）については別途原単位法により計上した。

(4) 面源系

「国土利用計画管理運営事業に係る土地利用現況把握調査」による統計データ（市町村別）の値を基本として、その流域内分を集計した。ただし、農用地については水田と畑に分割する必要があること、また実際の耕作面積に合わせるため、2010年度農林業センサスデータ⁵の値を採用した。したがって、各土地利用区分の面積は以下のように計算される。

- ① 各年度の市町村別統計データを、2010年度の市町単位で集計する。同様に、各年度の農林業センサスの田・畑面積についても、2010年度の市町単位で集計する。
- ② 市町別の土地利用面積を以下の4区分で集計する。
 - (ア) 水田：農林業センサスの田の面積
 - (イ) 畑：農林業センサスの畑の面積
 - (ウ) 宅地道路：市町村別統計データのうち、宅地と道路を合計した値
 - (エ) 山林・他：市町別面積から上記3区分の合計面積を引く
- ③ 市町別の各土地利用面積に、流域内比率をかける（流域内比率は、第3章で整備した2010

⁵ http://www.pref.shiga.jp/c/toukei/2005_nouringyo/2010_noucen_gaisuuti/2010-noucen-kakuteiti.html よりダウンロード

年度メッシュ別土地利用比率から計算する)。山林・他については、市町別の流域内合計面積から他の3区分の流域内面積を引く。

なお第5期計画では「ゴルフ場」というカテゴリーが存在したが、原単位の値が不明で畑と同様の値を使っていたことを鑑みて⁶、第6期計画では「山林・他」のカテゴリーに含めることにした。

また土地利用面積算出の際、「山林・他」を「森林、原野、水面、その他を合計したものからゴルフ場を除いた値」とし、「宅地道路」を「全体から水田、畑、山林・他、ゴルフ場を除いた値」としていたことから、農林業センサスと滋賀県の農用地の統計データの差分が宅地道路に入るといった問題が生じていたため、この点についても改めている。

このようにして算出した各土地利用面積に、それぞれの原単位をかけて負荷量を算出した。

(5) 湖面降水

降水負荷量(降水量×降水水質)に湖面積をかけて算出した。

(6) 地下水

これまでの湖沼水質保全計画では指定湖沼に直接(河川を経由せずに)流入する地下水(推定)が評価されているが、これは閉鎖性水域への流入負荷を河川の河口での実測によって評価することがあった時代の名残で、原単位法によって汚濁負荷発生量を推定し、それをいわゆる流達率を1.0として流入負荷量とする現在の方法では、ダブルカウントになってしまっている。なぜなら、点源・面源にかかわらず表面排水負荷に地下(水)排出負荷を加えた総汚濁負荷流出量の測定・推定値を発生原単位に設定しているからである。例えば、湖水に張り出した岬の森林からの地下排水負荷も、湖水に接した水田からの地下排水負荷も、原単位法では森林原単位・水田原単位の中に見積もり済みであるからである⁷。

以上より本計画においても、第6期からは地下水由来の負荷を原単位法では集計しないことにした。

(7) 負荷削減対策

表5に示した負荷削減量を、合計負荷量から差し引いた。

⁶ 国松ら(滋賀県琵琶湖研究所所報8、1990)によれば、畑と同等とした原単位では、TNで過大、COD・TPで過小となっている可能性がある。

⁷ 国松孝男:河川汚濁のモデル解析(改訂版)、発刊予定。

5.2 原単位の計算

原単位の値は概ね第5期計画時と同様であるが、TOCや難分解性有機物については本計画より設定されたので、その根拠を示す。また従来のCOD・TN・TPの原単位についても、いくつか考え方を整理して変更したため、それについても合わせて示す。

(1) 処理場系

処理場系（下水処理場、し尿処理場、農業集落排水施設）の負荷は実績を積み上げることで計算するが、COD/TOCと難分解性有機物比率（RTOC/TOC）については下記の通り設定した。

下水処理場：流域下水道（4施設）については平成19～20年度に滋賀県が調査した各処理場の結果から設定した。その他公共下水道については、上記4施設の平均値を採用した。

し尿処理場：3施設については平成19年度に滋賀県が調査した各処理場の結果から設定した。その他のし尿処理場については、上記3施設の平均値を採用した。

農業集落排水施設：規模やタイプの異なる県内の5施設について、平成20年度に滋賀県が調査した各処理場の結果の平均値を採用した。

設定した各処理施設の値を表9に示す。

表9 処理場系のCOD/TOCと難分解率

項目	施設名	COD/TOC	難分解率
下水処理場	湖南中部浄化センター	1.41	0.75
	湖西浄化センター	0.89	0.67
	東北部浄化センター	1.46	0.73
	高島浄化センター	0.91	0.43
	大津市公共下水道	1.17	0.64
	沖島特定環境保全公共下水道	1.17	0.64
	土山町公共下水道	1.17	0.64
	朽木村特定環境保全公共下水道	1.17	0.64
	南小松浄化センター	1.17	0.64
	し尿処理場	大津市北部衛生プラント	1.78
大津市南部衛生プラント		1.78	0.83
大津市志賀衛生プラント		1.78	0.83
湖南広域行政組合		1.78	0.83
甲賀広域行政組合		2.1	1
八日市衛生プラント組合		1.4	0.59
近江八幡市衛生プラント組合		1.78	0.83
彦根市衛生処理場		1.2	0.74
湖北広域行政事務センター		1.78	0.83
伊香郡衛生プラント組合		2.4	1
高島市衛生センター		1.78	0.83
湖東広域衛生管理組合		1.78	0.83
農業集落排水処理施設	1.32	0.63	

(2) 生活系

家庭排水の発生負荷量は、環境省統一原単位の値を使用した（表 10）。

表 10 家庭排水の発生負荷量原単位

		COD	TN	TP
発生負荷	g/人・日	29.3	12.0	1.17
うち、し尿分	g/人・日	10.1	9.0	0.77
うち、雑排水分	g/人・日	19.2	3.0	0.40

合併浄化槽については、昭和 57 年に実施した県内 5 ヶ所の調査結果から除去率を設定した。単独浄化槽については、文献値から除去率を設定した。

し尿を農地還元する家庭からの原単位については、従来雑排水分の負荷に、農地から流出するし尿分の負荷が加えられたものとして計算されてきた。しかし、農地からの負荷については、別途面源系として計上されており、ダブルカウントになっているという問題があったことから、第 6 期よりこの農地からの流出分を除いた原単位を採用することにした。

COD/TOC と難分解性有機物比率（RTOC/TOC）については下記の通りである。合併浄化槽については、平成 20 年度、22 年度に滋賀県ならびに琵琶湖淀川水質保全機構により調査された 9 ヶ所の調査結果を平均して設定した。単独浄化槽については、平成 20 年度、22 年度に滋賀県ならびに琵琶湖淀川水質保全機構により調査された 4 ヶ所の調査結果平均して設定した。雑排水については、平成 18 年度、平成 21 年度に環境省ならびに滋賀県が調査した結果から設定した。

設定した生活系原単位の値を表 11 に示す。

表 11 生活系の原単位

		COD	TN	TP	COD/TOC	TOC	難分解率
合併浄化槽	g/人・日	7.3	6	0.7	1.32	5.5	73.0%
(除去率)		(75%)	(50%)	(40%)			
単独浄化槽	g/人・日	6.1	7.2	0.69	1.7	3.6	76.3%
(除去率)		(40%)	(20%)	(10%)			
(雑排水)		19.2	3	0.4	1.03	18.6	14.5%
し尿処理	g/人・日	-	-	-	-	-	-
(雑排水)		19.2	3	0.4	1.03	18.6	14.5%
農地還元	g/人・日	-	-	-	-	-	-
(雑排水)		19.2	3	0.4	1.03	18.6	14.5%

(3) 産業系

事業所の負荷は実績を積み上げることで計算するが、COD/TOC と難分解性有機物比率（RTOC/TOC）については、平成 19 年度に滋賀県が県内の主要な 25 業種（産業中分類別）について調査した結果から、表 12 の通り設定した。

なお調査を行っていない業種については、製造業、サービス業等それぞれの平均値から設定した。

表 12 事業所の COD/TOC と難分解率

業種	番号	産業中分類	COD/TOC	難分解率	
製造業	12	食料品製造業	1.3	0.72	
	13	飲料・たばこ・飼料製造業	1.41	0.49	
	14	繊維工業	1.78	0.68	
	16	木材・木製品製造業(家具を除く)	2.02	0.28	
	18	パルプ・紙・紙加工品製造業	1.42	0.52	
	19	出版・印刷・同関連産業	1.26	0.53	
	20	化学工業	1.37	0.48	
	22	プラスチック製品製造業(別掲を除く)	1.41	0.52	
	23	ゴム製品製造業	1.37	0.44	
	25	窯業・土石製品製造業	1.1	0.18	
	26	鉄鋼業	1.69	0.71	
	27	非鉄金属製造業	1.41	0.52	
	28	金属製品製造業	1.48	0.61	
	29	一般機械器具製造業	1.79	0.49	
	30	電気機械器具製造業	1.36	0.33	
31	輸送用機械器具製造業	1.38	0.43		
	34	その他の製造業	1.16	0.07	
		平均	1.45	0.47	
サービス業等	38	水道業	1.5	0.56	
	59	その他の小売業	1.12	0.48	
	72	洗濯・理容・浴場業	1.33	0.52	
	75	旅館, その他の宿泊所	1.32	0.7	
	77	自動車整備業	2.32	0.11	
	88	医療業	1.11	0.57	
	89	保健衛生	1.46	0.75	
	90	社会保険, 社会福祉	1.33	0.58	
			平均	1.44	0.53

観光客については、第 5 期計画では観光客数に原単位をかけて計上されていたが、観光客が訪れる施設についても一般には水質台帳に掲載されていることから、産業系として計上することにした。ただし 2005 年度以前の負荷量については当時の事業所データが不明であることから、第 5 期計画同様、流総指針に示されている排出負荷比により算定された負荷が合併浄化槽で処理されるとして算出された以下の原単位を用いて計算した。COD/TOC と難分解性有機物比率 (RTOC/TOC) については、合併浄化槽と同等とした。

表 13 観光客 (日帰り) の原単位 (2005 年度以前のみ)

		COD	TN	TP	COD/TOC	TOC	難分解率
観光客(日帰り)	g/人・日	1.8	2.4	0.19	1.32	1.4	73.0%

畜産由来負荷について、滋賀県では牛・鶏の糞尿と豚の糞については全量農地還元されている。また豚の尿は、浄化装置を所有している畜産農家は放流し、浄化装置を所有していない畜産農家は 100%再利用されている。し尿農地還元と同様、農地還元分については農地からの負荷として計上されているとの考えから、牛・鶏については負荷を計上せず、排水処理により発生する豚の負荷のみ考慮することにした。

なお 2010 年度以降は水質台帳から畜産農家の負荷量を計上するが、それ以前についてはデータが不明であることから、従来通り原単位により計算した。排水処理により発生する豚の負荷の原単位は、豚からの負荷の発生量のうち、排水処理により流出する割合 (20%)

と、流出率（COD・TNで30%、TPで50%）をかけて算出した。COD/TOCと難分解性有機物比率（RTOC/TOC）については、平成19年度に滋賀県が調査した結果から設定した（表14）。

表 14 豚の原単位

項目	排水量 L/人・日	流出率			COD g/頭・日	TN g/頭・日	TP g/頭・日	COD/TOC -	RTOC/TOC -
		COD	TN	TP					
発生量	13.5				130	40	25		
農地還元(80%)		0.1	0.1	0.013	10.4	3.2	0.26		
排水処理(20%)		0.3	0.3	0.5	7.8	2.4	2.5		
合計 ^{*1}	13.5				18.2	5.6	2.76		
排水処理分のみ ^{*2}	13.5				7.8	2.4	2.5	1.51	0.56

*1: 2005年度以前の原単位

*2: 2010年度以降の原単位

(4) 面源系

1) 水田⁸

琵琶湖流域の複数の水田における灌漑期・非灌漑期の調査結果から、水田の正味負荷量（地表排水と浸透排水の負荷から用水負荷を差し引いたもの）を算出し、水田における各種対策効果を考慮して原単位を算出した。

調査の実施された地域は竜王町、湖東町（3地点）、マキノ町、今津町の6地域であり、時期は1985～1995年である。肥料には速効性肥料が用いられ、非灌漑期の土壌管理は畝立であり、一部ライシメータによる調査も含まれている。これによれば、正味負荷量は灌漑期でCOD: 193g/ha/day、TN: 33.5g/ha/day、TP: 4.82g/ha/day、非灌漑期でCOD: 84.9g/ha/day、TN: 56.4g/ha/day、TP: 1.86g/ha/dayであり、灌漑期を5ヶ月、非灌漑期を7ヶ月として平均すると、全期間でCOD: 123g/ha/day、TN: 46.8g/ha/day、TP: 3.09g/ha/dayとなる。

この結果に対して、以下4つの対策による削減効果を加味し、最終的な原単位を算出した。

- ① 緩効性肥料使用による負荷削減効果を評価する（緩効性肥料施用面積率を11%、負荷削減効果を20%とする（TN・TPのみ）。【灌漑期原単位に適用】
- ② 灌漑期における循環灌漑および反復利用による負荷削減効果を評価する（循環灌漑・反復利用面積率を33.7%、負荷削減効果をCOD: 27%、TN: 12%、TP: 18%とする）。【灌漑期原単位に適用】
- ③ 非灌漑期の土壌管理として不耕起とすると、畝立よりも流出が削減されることを評価する（不耕起面積率を48%、負荷削減効果をCOD: 80%、TN: 60%、TP: 75%とする）。【非灌漑期原単位に適用】

⁸ 国土庁等：琵琶湖の総合的な保全のための計画調査報告書 資料編、1999。

- ④ 営農組織を設立している対象水田において、排水路の適正な維持管理（浚渫）が行われている水田の削減効果を評価する（営農組織設立面積率を 27.1%、浚渫による削減量を TN : 1.84g/ha/day、TP : 0.51g/ha/day とする）。【全期間原単位に適用】

以上より、水田の原単位は COD : 118g/ha/day、TN : 39.2g/ha/day、TP : 2.68g/ha/day となる。

2) 畑^{8,9}

COD と TP については、畑地における実態調査結果に流達率をかけて原単位を算出した。TN については、土壌由来・施肥由来の負荷量に流達率をかけて原単位を算出した。

まず COD と TP については、ライシメータを使って施肥の施用方法の異なる試験区を作成し、栽培作物を水稻からキャベツ、ナス、イタリアングラスに順次転作した際の負荷量を調査した結果に基づいている。調査期間は 1979～1983 年である。施用方法は有機物無施用、稲わら施用（500～700kg/10a）、牛ふん施用（2t/10a）の 3 種である。各作物を各施用方法で栽培した際の負荷量（ただし TP はナスのみ）を平均すると、COD : 73g/ha/day、TP : 1.12g/ha/day となる。

TN については、土壌由来の流出量を 64.7g/ha/day、年間施肥量を 591.8kg/year、肥料の流出率を 15% とすれば、負荷量は 307.9g/ha/day となる。

これらの負荷量に対し、流達率として TN : 84.8%、TP : 48.4%、COD : TN と同様（84.8%）を設定すれば、原単位は COD : 62g/ha/day、TN : 261g/ha/day、TP : 0.54g/ha/day となる。

3) 宅地道路^{8,10}

道路において散水車を用いた散水実験を実施し、路面からの流出負荷量を調査し、先行晴天日数で割って原単位を算出した。

具体的には、1974 年 1 月 14～16 日にかけて、東京都内の道路 3 ヶ所において散水実験を実施した結果、3 ヶ所の流出負荷量の平均は COD : 1,010mg/m²、TN : 270mg/m²、TP : 14.28mg/m² であった。これを先行晴天日数 70 日で割ると、COD : 144g/ha/day、TN : 38.6g/ha/day、TP : 2.0g/ha/day となり、原単位が求められる。

⁹ 長谷川清善ら：水田における有機物施用が水質に及ぼす影響（第 3 報）、1985.

¹⁰ 環境庁水質保全局：非特定汚染源による汚染防止対策調査検討会 中間報告書、1982.

4) 山林・他^{8,1112}

山林・他の原単位は、降水量の増減による負荷の増減を考慮するため、従来瀬田川の比流量（瀬田川の年平均流量/琵琶湖流域の面積）を用いた比負荷量-比流量式により換算されてきた。その方法は以下の通りである。

琵琶湖流域の河川上流の山地のみで構成される流域における調査、具体的には、1982～1983年の3時期における、宇曾川2地点、家棟川2地点、合計4地点での調査結果から、以下のように算定式を求める（図38）。

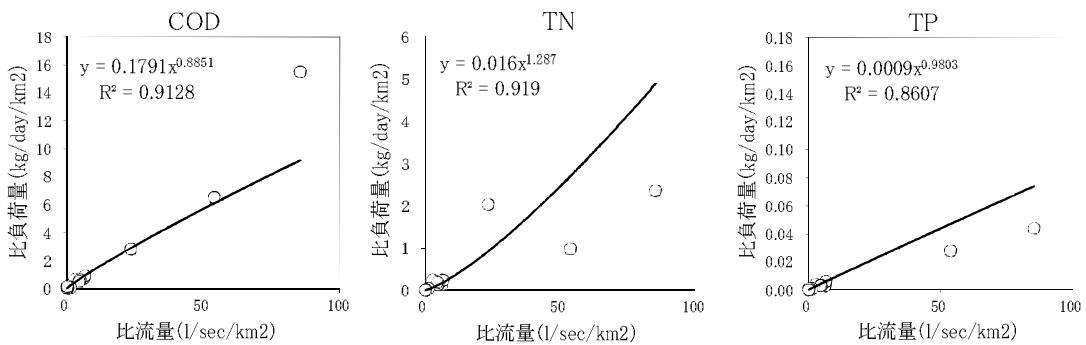
COD : $L = 0.17914 \times Q^{0.8851}$

TN : $L = 0.01596 \times Q^{1.287}$

TP : $L = 0.0009453 \times Q^{0.9803}$

ここで、 L : 比負荷量（原単位）（kg/km²/day）、 Q : 比流量（L/sec/km²）である。

図38 森林流域における比負荷量・比流量の関係



続いてこの Q に、瀬田川（琵琶湖から流れ出る唯一の河川）の比流量（瀬田川流量を琵琶湖流域面積（琵琶湖を含む 3,714km²）で割ったもの）を当てはめて、当該年次における各水質項目の原単位を算出する。しかしその際用いられる比流量が該当年のものであったため、降水量の増減により山林・他からの負荷量が大きく変動し、負荷量の経年変化に大きな影響を与えていた。

原単位法による負荷量の経年変化を計算することの最も大きなメリットは、対策の進展による流入負荷量の変化をすることができる点である。しかし対策の余地が少ない山林・他による変動が負荷量に影響を与えると、それから得られる解釈をミスリードする危険性がある。さらに、年変動はモデルで十分把握できるようになったこと、降水量の増減によ

¹¹ 滋賀県土木部：原単位調査資料編、1983.

¹² 日本下水道協会：富栄養化防止下水道整備基本調査の手引、1984.

って影響を受けるのは山林・他だけでなくその他の面源も同様であることも鑑みれば、より平均的な降水量を用いて山林・他の負荷量を把握するのが望ましいと考えられる。

したがって第6期計画では、該当年度の比流量は過去5年間の平均値を用い、長期的な変動のみ考慮するものとした(表15)。

表15 山林・他の原単位

年度	琵琶湖流量(平均) m ³ /s	比流量 L/s/km ²	原単位(g/ha・日)					
			COD	T-N	T-P	COD/TOC	TOC	難分解率
第1期(1981-1985)	161.4	43.5	50.5	20.5	0.38	2.01	25.1	0.79
第2期(1986-1990)	157.4	42.4	49.4	19.8	0.37	2.01	24.6	0.79
第3期(1991-1995)	151.1	40.7	47.6	18.8	0.36	2.01	23.7	0.79
第4期(1996-2000)	151.8	40.9	47.8	18.9	0.36	2.01	23.8	0.79
第5期(2001-2005)	149.1	40.1	47.1	18.5	0.35	2.01	23.4	0.79
第6期(2006-2010)	146.2	39.4	46.2	18.0	0.35	2.01	23.0	0.79

(5) 湖面降水

昭和62年～平成元年に滋賀県が実施した大気由来降下物負荷調査から、3ヶ年の平均負荷量(湿性+乾性(mg/m²/年))を同年度の降水量(今津、虎姫、北小松、彦根、八幡、大津6地点平均値(mm))で割り、平均濃度を算出した(表16)。

なお調査を実施した場所は旧衛生環境センター屋上(大津市御殿浜)であり、湿性沈着については雨水自動採取器により一降雨ごとに測定し、乾性沈着については非降雨時の降下ばい塵を定期的に測定した。

表16 湖面降水濃度の原単位

年度	COD mg/m ²	TN mg/m ²	TP mg/m ²	降水量 mm/年
1987	2490	847	35.2	1235
1988	3180	989	24.5	1727
1989	3290	1354	31.8	2070
平均	2990	1060	30.5	1677
濃度(mg/L)	1.78	0.632	0.018	

(6) 原単位のまとめ

以上により整理した第6期計画における原単位を、表17に示す。参考に、第5期計画における値も同表に示す。

表 17 第 6 期計画の原単位一覧

■ 全体

		第5期計画			第6期計画						
		COD	TN	TP	COD	TN	TP	COD/TOC	TOC	難分解率	
処理場系	下水処理場(平均)	実績より積み上げ			実績より積み上げ			1.17	-	64.0%	
	し尿処理場(平均)	実績より積み上げ			実績より積み上げ			1.78	-	83.0%	
	農業集落排水処理	実績より積み上げ			実績より積み上げ			1.32	-	63.0%	
生活系	合併浄化槽	g/人・日	7.3	6.0	0.70	7.3	6.0	0.70	1.32	5.5	73.0%
	単独浄化槽	g/人・日	6.1	7.2	0.69	6.1	7.2	0.69	1.70	3.6	76.3%
	(雑排水)		19.2	3.0	0.40	19.2	3.0	0.40	1.03	18.6	14.5%
	し尿処理	g/人・日	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	(雑排水)		19.2	3.0	0.40	19.2	3.0	0.40	1.03	18.6	14.5%
	農地還元	g/人・日	1.0	0.9	0.01	-	-	-	-	-	-
産業系	(雑排水)		19.2	3.0	0.40	19.2	3.0	0.40	1.03	18.6	14.5%
	製造業(平均)	実績より積み上げ			実績より積み上げ			1.45	-	47.0%	
	サービス業等(平均)	実績より積み上げ			実績より積み上げ			1.44	-	53.0%	
	観光客*	g/人・日	1.8	2.4	0.19	1.8	2.4	0.19	1.32	1.4	73.0%
畜産(豚)*	g/頭・日	18.2	5.6	2.75	7.8	2.4	2.50	1.51	5.2	56.0%	
面源系	水田(灌漑期)	g/ha・日	171.8	31.1	4.32	171.8	31.1	4.32	1.48	116.1	74.0%
	(非灌漑期)		79.8	45.1	1.51	79.8	45.1	1.51	0.96	83.1	47.0%
	(通年)		118.0	39.2	2.68	118.0	39.2	2.68	1.18	100.0	58.0%
	畑	g/ha・日	62.0	261.0	0.54	62.0	261.0	0.54	1.32	47.0	72.0%
	宅地道路	g/ha・日	144.0	38.6	2.00	144.0	38.6	2.00	1.45	99.3	61.0%
山林・他	下表により計算			下表により計算			下表により計算				
湖面降水	mg/L	1.78	0.63	0.02	1.78	0.63	0.02	1.91	0.93	49.0%	

*観光客と畜産(豚)の負荷は、2010年度より水質台帳から実績より積み上げする。

■ 山林・他

○ 算定式(kg/km²・日)

COD	0.17914	×Q [^]	0.8851
T-N	0.01596	×Q [^]	1.287
T-P	0.000945	×Q [^]	0.9803

※Qは瀬田川比流量

○ 第5期計画

年度	琵琶湖流量 m ³ /s	比流量 L/s/km ²	原単位(g/ha・日)		
			COD	T-N	T-P
第1期(1985)	163.6	44.0	51.1	20.8	0.39
第2期(1990)	173.0	46.6	53.7	22.4	0.41
第3期(1995)	168.5	45.4	52.4	21.6	0.40
第4期(2000)	129.5	34.9	41.5	15.4	0.31
第5期(2005)	130.7	35.2	41.9	15.6	0.31

○ 第6期計画

年度	琵琶湖流量(平均) m ³ /s	比流量 L/s/km ²	原単位(g/ha・日)					
			COD	T-N	T-P	COD/TOC	TOC	難分解率
第1期(1981-1985)	161.4	43.5	50.5	20.5	0.38	2.01	25.1	0.79
第2期(1986-1990)	157.4	42.4	49.4	19.8	0.37	2.01	24.6	0.79
第3期(1991-1995)	151.1	40.7	47.6	18.8	0.36	2.01	23.7	0.79
第4期(1996-2000)	151.8	40.9	47.8	18.9	0.36	2.01	23.8	0.79
第5期(2001-2005)	149.1	40.1	47.1	18.5	0.35	2.01	23.4	0.79
第6期(2006-2010)	146.2	39.4	46.2	18.0	0.35	2.01	23.0	0.79

5.3 負荷量計算結果

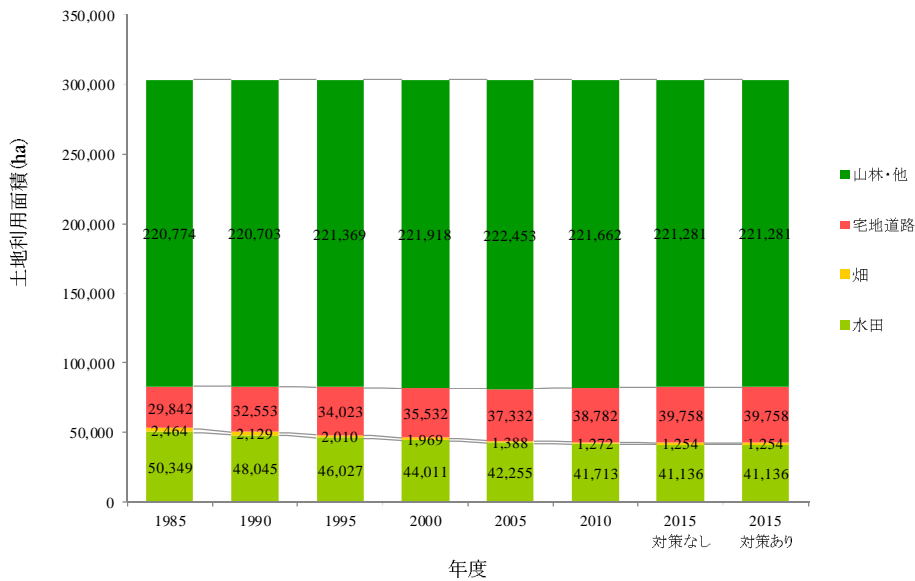
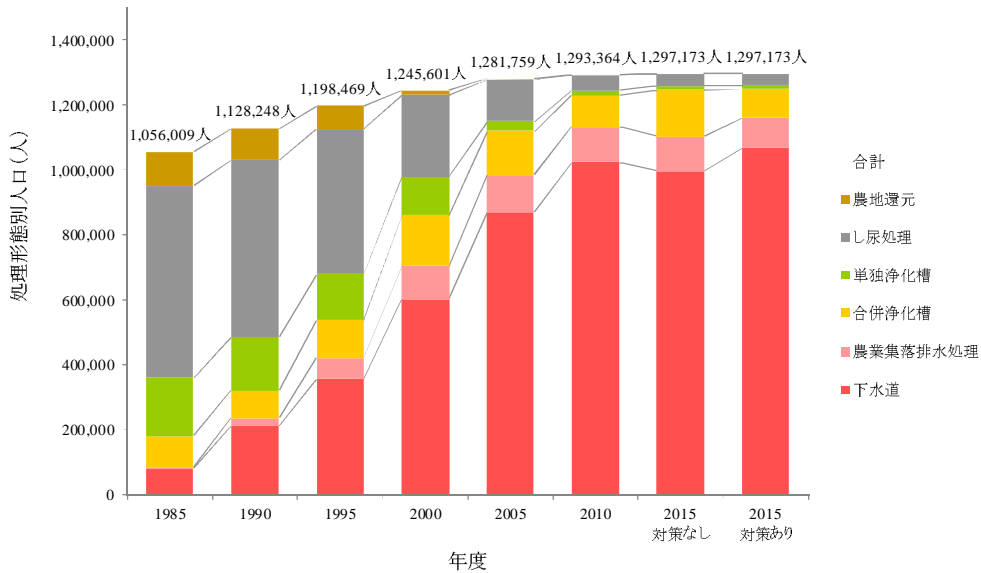
以上により計算された琵琶湖流域のフレーム値と負荷量の経年変化を、次ページ以降に示す。

(1) フレーム値

		過年度実績値							
		1985	1990	1995	2000	2005	2010	2015 対策なし	2015 対策あり
処理形態別人口	(人)	80,226	210,884	356,075	603,827	870,326	1,023,632	996,658	1,069,131
人口	下水道	2,516	24,531	65,671	102,067	115,489	110,580	106,537	92,117
	農業集落排水処理	96,491	86,224	115,933	155,326	134,483	95,027	143,912	88,693
	合併浄化槽	180,554	162,828	142,169	116,885	30,690	16,022	13,517	11,369
	単独浄化槽	591,956	546,401	445,797	253,808	127,059	48,102	36,550	35,861
	し尿処理	104,266	97,380	72,824	13,688	3,712	0	0	0
農地還元	合計	(人)	1,056,009	1,128,248	1,198,469	1,245,601	1,281,759	1,293,364	1,297,173
観光客数(日帰り)	(人)	67,786	90,844	96,114	101,672	104,213	-	-	-
家畜頭数	(頭)	24,835	15,430	11,872	9,689	10,590	-	-	-
土地利用面積	水田	(ha)	50,349	48,045	46,027	44,011	42,255	41,713	41,136
	畑	2,464	2,129	2,010	1,969	1,388	1,272	1,254	1,254
	宅地道路	29,842	32,553	34,023	35,532	37,332	38,782	39,758	39,758
	山林・他	220,774	220,703	221,369	221,918	222,453	221,662	221,281	221,281
湖面降水	(m ³ /日)	3,089,114	3,207,191	3,014,602	3,145,437	3,039,465	3,180,745	3,180,745	3,180,745

注)

- ・下水道人口は、整備人口から市町ごとの接続率を考慮して集計したものである
- ・農地還元分は把握されていないので、2010年度より0とする
- ・牛・鶏の畜産系負荷については、糞尿ともに全量農地還元されていることから、集計に含めない
- ・「観光客」、「畜産(豚)」については、2010年度より「サービス業等」として水質台帳から集計する

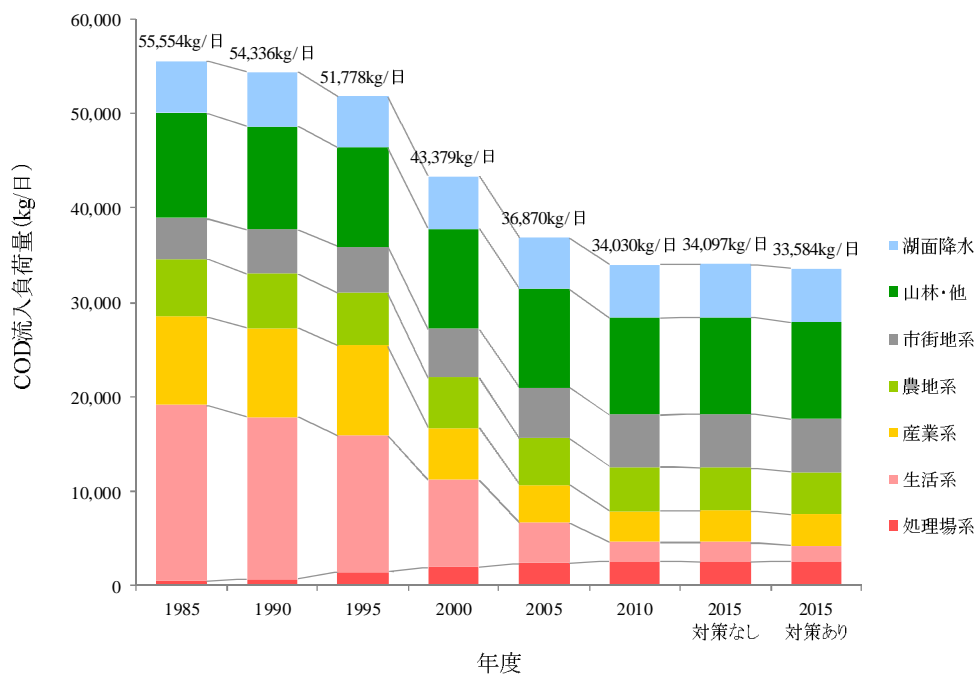


(2) COD 負荷量

		過年度実績値(kg/日)							
		1985	1990	1995	2000	2005	2010	2015 対策なし	2015 対策あり
処理場系	下水処理場	454	634	1,185	1,636	2,041	2,263	2,216	2,340
	し尿処理場	42	38	59	38	21	26	25	13
	農業集落排水処理	5	86	256	348	361	337	325	280
生活系	合併浄化槽	704	629	846	1,134	982	694	1,051	647
	単独浄化槽	4,568	4,120	3,597	2,957	776	405	342	288
	し尿処理	11,366	10,491	8,559	4,873	2,440	924	702	689
	農地還元	2,002	1,870	1,398	263	71	0	0	0
産業系	製造業	8,481	8,481	8,570	4,578	3,124	2,499	2,499	2,499
	サービス業等	577	606	675	647	632	810	810	810
	観光客	122	164	173	183	188	-	-	-
	畜産(豚)	194	120	93	76	83	-	-	-
面源系	水田	5,948	5,676	5,437	5,199	4,992	4,928	4,859	4,859
	畑	153	132	125	122	86	79	78	78
	宅地道路	4,297	4,688	4,899	5,117	5,376	5,585	5,725	5,725
	山林・他	11,143	10,893	10,540	10,611	10,464	10,252	10,235	10,235
湖面降水	5,499	5,709	5,366	5,599	5,410	5,662	5,662	5,662	
負荷削減対策	環境こだわり農業	-	-	-	-	141	345	345	438
	水質保全対策事業	-	-	-	-	21	56	56	71
	流入河川浄化事業	-	-	-	-	14	32	32	32
小計	処理場系	501	758	1,499	2,021	2,423	2,626	2,567	2,633
	生活系	18,640	17,110	14,401	9,227	4,269	2,023	2,094	1,624
	産業系	9,374	9,371	9,511	5,483	4,026	3,309	3,309	3,309
	農地系	6,101	5,808	5,562	5,321	4,937	4,662	4,593	4,500
	市街地系	4,297	4,688	4,899	5,117	5,340	5,496	5,637	5,622
	山林・他	11,143	10,893	10,540	10,611	10,464	10,252	10,235	10,235
	湖面降水	5,499	5,709	5,366	5,599	5,410	5,662	5,662	5,662
総計	55,554	54,336	51,778	43,379	36,870	34,030	34,097	33,584	

注)

- ・農地還元分は把握されていないので、2010年度より0とする
- ・牛・鶏の畜産系負荷については、糞尿ともに全量農地還元されていることから、集計に含めない
- ・「観光客」、「畜産(豚)」については、2010年度より「サービス業等」として水質台帳から集計する
- ・負荷削減対策は2005年度より集計し、また小計では環境こだわり農業は農地系、その他は市街地系としてカウントする

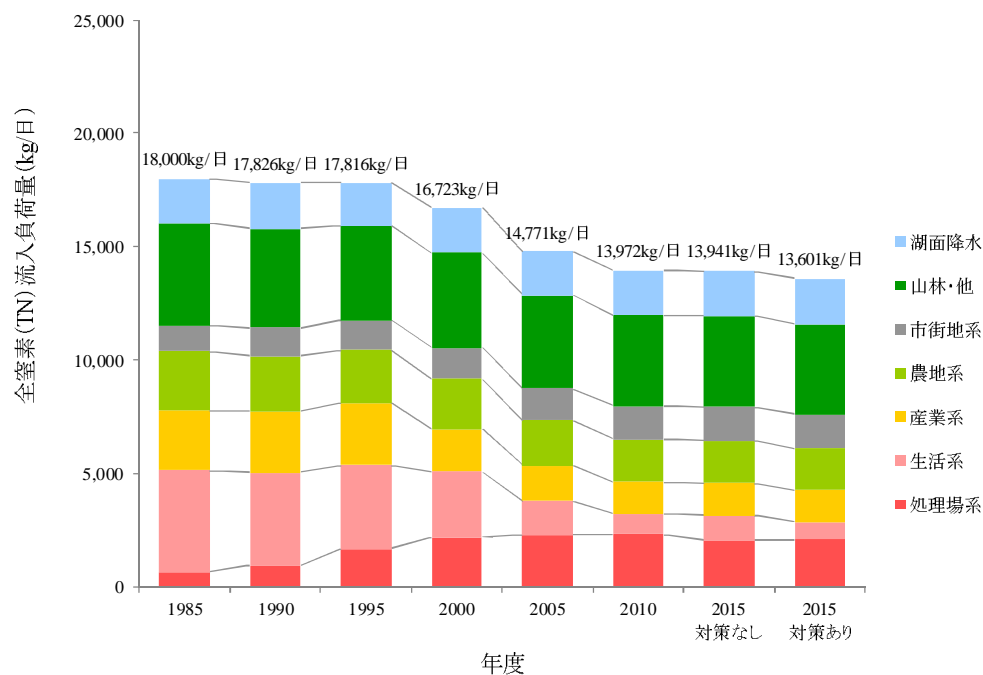


(3) 全窒素 (TN) 負荷量

		過年度実績値 (kg/日)							
		1985	1990	1995	2000	2005	2010	2015 対策なし	2015 対策あり
処理場系	下水処理場	569	796	1,379	1,780	1,902	1,965	1,709	1,800
	し尿処理場	45	41	30	27	18	12	11	6
	農業集落排水処理	4	97	265	342	357	332	321	276
生活系	合併浄化槽	579	517	696	932	807	570	863	532
	単独浄化槽	1,842	1,661	1,450	1,192	313	163	138	116
	し尿処理	1,776	1,639	1,337	761	381	144	110	108
	農地還元	313	292	218	41	11	0	0	0
産業系	製造業	1,952	1,952	1,950	1,040	806	791	791	791
	サービス業等	454	475	517	540	466	646	646	646
	観光客	163	218	231	244	250	-	-	-
	畜産(豚)	60	37	28	23	25	-	-	-
面源系	水田	1,976	1,886	1,806	1,727	1,658	1,637	1,615	1,615
	畑	643	556	525	514	362	332	327	327
	宅地道路	1,152	1,257	1,313	1,372	1,441	1,497	1,535	1,535
	山林・他	4,520	4,374	4,164	4,200	4,112	3,997	3,991	3,991
湖面降水	1,952	2,027	1,905	1,988	1,921	2,010	2,010	2,010	
負荷削減対策	環境こだわり農業	-	-	-	-	32	77	77	98
	水質保全対策事業	-	-	-	-	3	12	12	15
	流入河川浄化事業	-	-	-	-	24	36	36	38
小計	処理場系	618	934	1,674	2,148	2,277	2,309	2,042	2,082
	生活系	4,509	4,110	3,702	2,927	1,512	878	1,111	756
	産業系	2,629	2,682	2,727	1,848	1,547	1,437	1,437	1,437
	農地系	2,619	2,441	2,331	2,241	1,989	1,892	1,865	1,844
	市街地系	1,152	1,257	1,313	1,372	1,413	1,449	1,487	1,482
	山林・他	4,520	4,374	4,164	4,200	4,112	3,997	3,991	3,991
	湖面降水	1,952	2,027	1,905	1,988	1,921	2,010	2,010	2,010
総計	18,000	17,826	17,816	16,723	14,771	13,972	13,941	13,601	

注)

- ・農地還元分は把握されていないので、2010年度より0とする
- ・牛・鶏の畜産系負荷については、糞尿ともに全量農地還元されていることから、集計に含めない
- ・「観光客」、「畜産(豚)」については、2010年度より「サービス業等」として水質台帳から集計する
- ・負荷削減対策は2005年度より集計し、また小計では環境こだわり農業は農地系、その他は市街地系としてカウントする

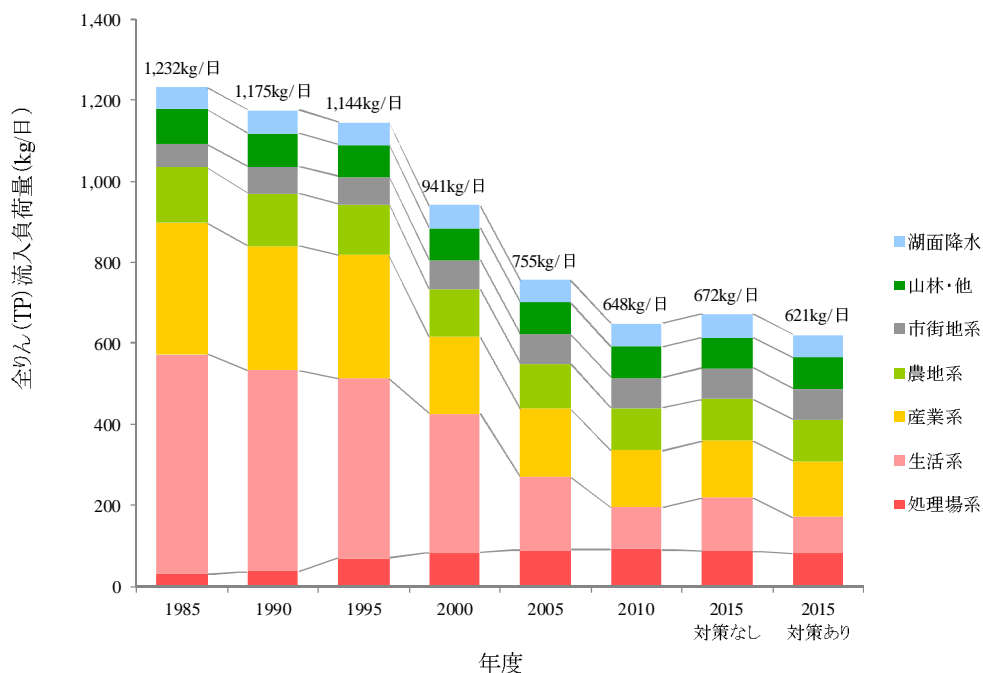


(4) 全リン (TP) 負荷量

		過年度実績値(kg/日)							
		1985	1990	1995	2000	2005	2010	2015 対策なし	2015 対策あり
処理場系	下水処理場	26	21	23	20	25	33	31	33
	し尿処理場	3	3	2	1	1	1	1	0
	農業集落排水処理	1	14	44	62	64	58	56	48
生活系	合併浄化槽	68	60	81	109	94	67	101	62
	単独浄化槽	197	177	155	127	33	17	15	12
	し尿処理	237	219	178	102	51	19	15	14
	農地還元	42	39	29	5	1	0	0	0
産業系	製造業	206	206	206	92	78	58	58	58
	サービス業等	44	46	51	53	45	81	81	81
	観光客	13	17	18	19	20	-	-	-
	畜産(豚)	62	39	30	24	26	-	-	-
面源系	水田	135	129	123	118	113	112	110	110
	畑	1	1	1	1	1	1	1	1
	宅地道路	60	65	68	71	75	78	80	80
	山林・他	84	82	79	80	78	77	77	77
湖面降水	56	58	54	57	55	57	57	57	
負荷削減対策	環境こだわり農業	-	-	-	-	3	7	7	9
	水質保全対策事業	-	-	-	-	0	1	1	1
	流入河川浄化事業	-	-	-	-	1	2	2	3
小計	処理場系	30	38	69	83	89	92	88	81
	生活系	543	495	444	343	180	103	130	89
	産業系	324	307	306	189	169	140	140	140
	農地系	136	130	124	119	111	105	104	102
	市街地系	60	65	68	71	73	74	76	76
	山林・他	84	82	79	80	78	77	77	77
	湖面降水	56	58	54	57	55	57	57	57
総計	1,232	1,175	1,144	941	755	648	672	621	

注)

- ・農地還元分は把握されていないので、2010年度より0とする
- ・牛・鶏の畜産系負荷については、糞尿ともに全量農地還元されていることから、集計に含めない
- ・「観光客」、「畜産(豚)」については、2010年度より「サービス業等」として水質台帳から集計する
- ・負荷削減対策は2005年度より集計し、また小計では環境こだわり農業は農地系、その他は市街地系としてカウントする

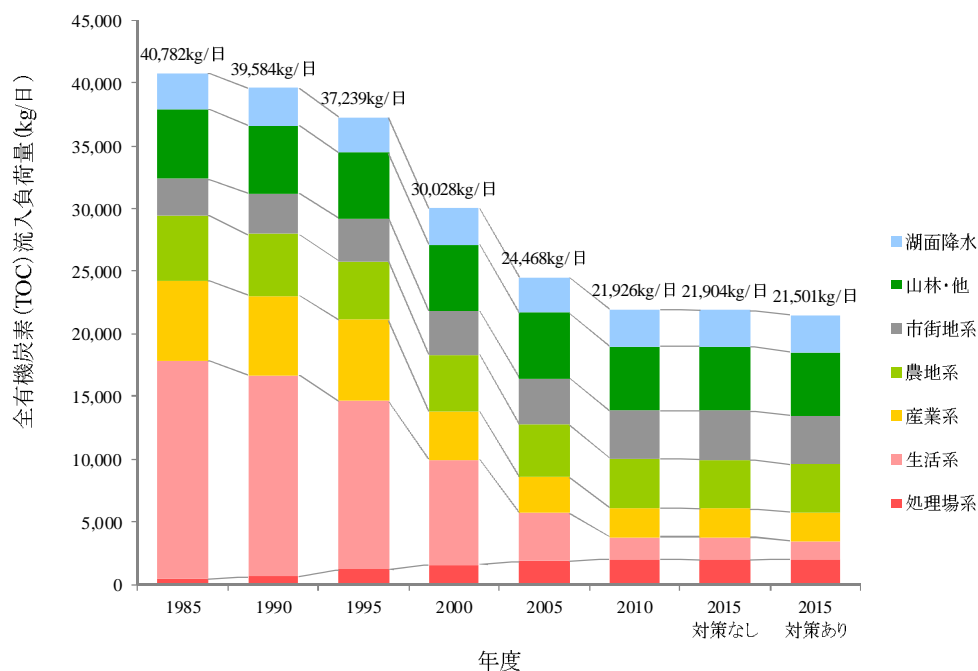


(5) 全有機炭素 (TOC) 負荷量

		過年度実績値 (kg/日)							
		1985	1990	1995	2000	2005	2010	2015 対策なし	2015 対策あり
処理場系	下水処理場	381	530	966	1,294	1,586	1,763	1,720	1,811
	し尿処理場	27	25	36	24	14	16	16	8
	農業集落排水処理	4	65	194	264	273	255	246	212
生活系	合併浄化槽	534	477	641	859	744	526	796	491
	単独浄化槽	3,924	3,539	3,090	2,541	667	348	294	247
	し尿処理	11,035	10,185	8,310	4,731	2,368	897	681	668
	農地還元	1,944	1,815	1,357	255	69	0	0	0
産業系	製造業	5,731	5,731	5,802	3,140	2,168	1,702	1,702	1,702
	サービス業等	423	446	499	479	465	598	598	598
	観光客	92	124	131	139	142	-	-	-
	畜産(豚)	128	80	61	50	55	-	-	-
面源系	水田	5,057	4,826	4,623	4,420	4,244	4,190	4,132	4,132
	畑	116	100	95	93	65	60	59	59
	宅地道路	2,968	3,238	3,384	3,534	3,713	3,857	3,954	3,954
	山林・他	5,547	5,423	5,247	5,282	5,209	5,104	5,095	5,095
湖面降水	2,872	2,981	2,802	2,924	2,825	2,957	2,957	2,957	
負荷削減対策	環境こだわり農業	-	-	-	-	120	293	293	372
	水質保全対策事業	-	-	-	-	13	34	34	43
	流入河川浄化事業	-	-	-	-	9	19	19	19
小計	処理場系	412	619	1,196	1,582	1,874	2,034	1,982	2,031
	生活系	17,436	16,017	13,399	8,386	3,848	1,770	1,771	1,406
	産業系	6,375	6,381	6,493	3,807	2,830	2,301	2,301	2,301
	農地系	5,173	4,926	4,718	4,513	4,190	3,957	3,898	3,819
	市街地系	2,968	3,238	3,384	3,534	3,692	3,804	3,901	3,892
	山林・他	5,547	5,423	5,247	5,282	5,209	5,104	5,095	5,095
	湖面降水	2,872	2,981	2,802	2,924	2,825	2,957	2,957	2,957
総計	40,782	39,584	37,239	30,028	24,468	21,926	21,904	21,501	

注)

- ・農地還元分は把握されていないので、2010年度よりとする
- ・牛・鶏の畜産系負荷については、糞尿ともに全量農地還元されていることから、集計に含めない
- ・「観光客」、「畜産(豚)」については、2010年度より「サービス業等」として水質台帳から集計する
- ・負荷削減対策は2005年度より集計し、また小計では環境こだわり農業は農地系、その他は市街地系としてカウントする

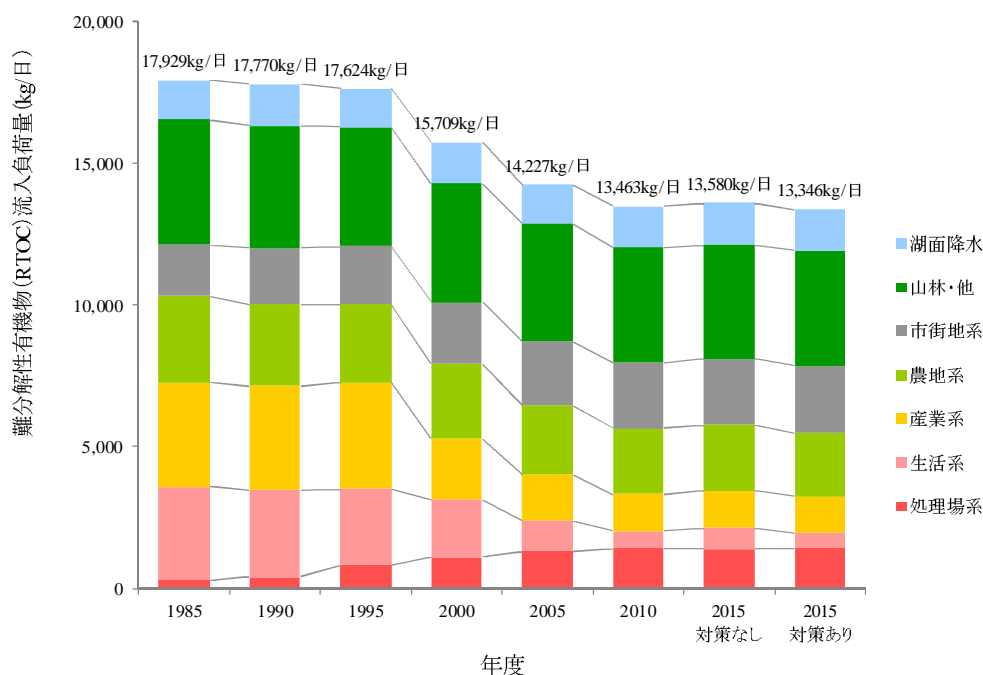


(6) 難分解性有機物 (RTOC) 負荷量

		過年度実績値(kg/日)							
		1985	1990	1995	2000	2005	2010	2015 対策なし	2015 対策あり
処理場系	下水処理場	251	359	674	911	1,118	1,244	1,215	1,280
	し尿処理場	19	18	28	19	10	12	12	6
	農業集落排水処理	2	41	122	166	172	161	155	134
生活系	合併浄化槽	390	348	468	627	543	384	581	358
	単独浄化槽	1,054	951	830	682	179	94	79	66
	し尿処理	1,600	1,477	1,205	686	343	130	99	97
	農地還元	282	263	197	37	10	0	0	0
産業系	製造業	3,279	3,279	3,300	1,738	1,224	974	974	974
	サービス業等	248	262	293	276	258	322	322	322
	観光客	67	90	96	101	104	-	-	-
	畜産(豚)	72	45	34	28	31	-	-	-
面源系	水田	2,953	2,818	2,699	2,581	2,478	2,446	2,446	2,413
	畑	84	72	68	67	47	43	43	43
	宅地道路	1,816	1,981	2,071	2,163	2,272	2,361	2,361	2,420
	山林・他	4,406	4,307	4,167	4,196	4,138	4,054	4,054	4,047
湖面降水	1,405	1,459	1,371	1,431	1,383	1,447	1,447	1,447	
負荷削減対策	環境こだわり農業	-	-	-	-	70	171	171	217
	水質保全対策事業	-	-	-	-	9	23	23	29
	流入河川浄化事業	-	-	-	-	6	13	13	13
小計	処理場系	273	418	824	1,096	1,301	1,417	1,382	1,420
	生活系	3,325	3,039	2,700	2,032	1,076	607	759	521
	産業系	3,667	3,676	3,723	2,143	1,617	1,295	1,295	1,295
	農地系	3,036	2,890	2,768	2,648	2,455	2,318	2,318	2,238
	市街地系	1,816	1,981	2,071	2,163	2,258	2,325	2,325	2,378
	山林・他	4,406	4,307	4,167	4,196	4,138	4,054	4,054	4,047
	湖面降水	1,405	1,459	1,371	1,431	1,383	1,447	1,447	1,447
総計	17,929	17,770	17,624	15,709	14,227	13,463	13,580	13,346	

注)

- ・農地還元分は把握されていないので、2010年度より0とする
- ・牛・鶏の畜産系負荷については、糞尿ともに全量農地還元されていることから、集計に含めない
- ・「観光客」、「畜産(豚)」については、2010年度より「サービス業等」として水質台帳から集計する
- ・負荷削減対策は2005年度より集計し、また小計では環境こだわり農業は農地系、その他は市街地系としてカウントする



(7) 全有機炭素 (RTOC・LTOC) 負荷量

		過年度実績値(kg/日)							
		1985	1990	1995	2000	2005	2010	2015 対策なし	2015 対策あり
小計	難分解性有機物	17,929	17,770	17,624	15,709	14,227	13,463	13,580	13,346
	易分解性有機物	22,853	21,814	19,615	14,319	10,242	8,463	8,324	8,155
総計		40,782	39,584	37,239	30,028	24,468	21,926	21,904	21,501

