

TOC に関する渡良瀬川の流下負荷量と足利市からの排出負荷量

足利工業大学工学部 正会員 ○上岡 充男
足利工業大学工学部 正会員 長尾 昌朋

1. はじめに

渡良瀬川は群馬県沼田市と栃木県日光市との境にある皇海山を源流とし、群馬・栃木の県境付近を流れ、利根川に合流する。流路延長 108km、流域面積 2602km²、流域人口約 120 万人の一級河川である。著者らは、渡良瀬川流域から排出される有機物の動態を把握することを目的として、河川水の TOC 濃度と河川流量の測定を 2007 年から実施した。そして、流域からの TOC 排出負荷量は例えば足利地区では約 10g/s であることを把握した。そこで本研究では、原単位法を用いて足利市からの有機物排出負荷量を推定し、実測値と比較することで有機物の動態について考察した。

2. 渡良瀬川の水質調査

図-1 のように調査地点を桐生市、足利市、佐野市の境界である、高津戸橋、葉鹿橋、川崎橋、藤岡大橋の 4 地点とした。調査地点では、小型ボートに搭載した ADCP による流量測定と採水を行った。採水した試料を実験室に持ち帰り、TOC 計で TOC 濃度を測定した。取水による影響を補正するため、太田頭首工と邑楽頭首工でも採水を行った。

図-2 は、2011 年の流量分布である。太田頭首工と邑楽頭首工では計画取水量を示している。基本的に流量は 2 つの頭首工の取水を考慮すれば下流に向かって増加している。図-3 は、TOC 濃度分布である。この値も下流するにしたがって増加している。

河川の特定期間での有機物収支を考えると、上流からの流入負荷量と流域から河川へ排出される負荷量を足したものと、下流への流出負荷量と頭首工から取水される負荷量を足したものが等しくなる。これを用いて、各流域からの排出負荷量を求めたものが図-4 である。図-4 には 2007 年～2010 年の値も加えた。これを見ると足利地区からの TOC 排出負荷量は 5 年間の平均で約 10g/s であった。

3. 足利市からの有機物排出量の推定

足利市からの有機物の排出負荷量を推定するために、原単位法を用いる。有機物の排出原単位としては参考文献¹⁾を利用した。ただし、TOC の原単位は掲載されていないので、代わりに COD の原単位を使用する。水質調査地点の流域と一致させるため、足利市を葉鹿橋の上流にあたる西部、葉鹿橋から川崎橋の間に流入する中央部、川崎橋から下流については渡良瀬川の北側を東部、南側を南部と 4 区域に分割した。足利市の統計情報²⁾などから抽出したデータを表-1 に示す。総面積は 4 区域を地図から測定した。人口は人口・世帯に関するデータから 4 区分毎に集計した。水田、畑地の面積、牛、豚、鶏の頭数は

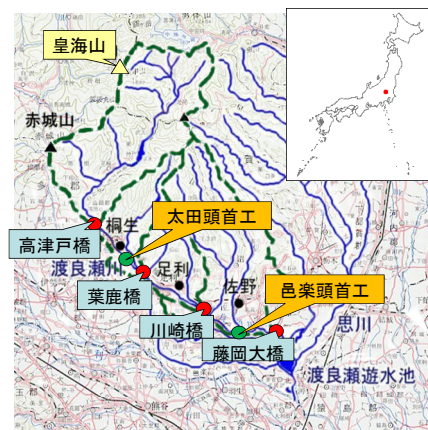


図-1 調査地点と流域

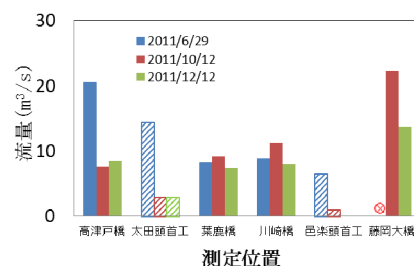


図-2 流量の分布

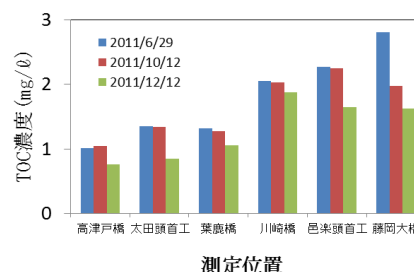


図-3 TOC濃度の分布

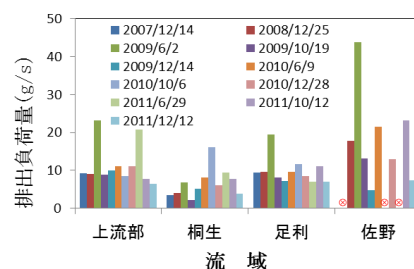


図-4 TOC排出負荷量

キーワード 渡良瀬川, TOC, 負荷量, 原単位

連絡先 〒326-8558 足利市大前町 268 足利工業大学都市環境工学科 TEL0284-62-0605 E-mail:kamioka@ashitech.ac.jp

表 - 1 足利市の統計データ

項 目	総面積	人口	水田	畑地	宅地	山林	その他	工業製造品 出荷額	下水道整備 区域人口	下水道未整備 区域人口	牛	豚	鶏
単 位	(ha)	(人)	(ha)	(ha)	(ha)	(ha)	(ha)	(百万円)	(人)	(人)	(頭)	(頭)	(羽)
足利市西部	1769	7169	37	26	138	696	873	15909	7169	0	43	0	0
足利市中央部	10578	85229	310	242	1636	4159	4231	189137	69499	15730	44	0	242000
足利市東部	1902	14310	424	226	275	748	230	31756	12081	2229	104	462	242000
足利市南部	3381	51014	1353	365	979	39	645	113208	37680	13334	1637	1384	0
合 計	17630	157722	2123	859	3028	5641	5978	350010	126429	31293	1828	1846	484000

農業に関するデータから 4 区分毎に集計した。宅地の面積は、市全体の値を人口比率で分配した。山林の面積は、南部は少ないので地図から測定し、残りの部分は市全体の値を面積比率で分配をした。その他の面積は、4 区分毎に総面積から水田、畑地、宅地、山林の面積を差し引いた。工業製品出荷額は、工業に関するデータから市全体でまとめられた産業分類中分類毎の出荷額を人口比率で分配して利用した。表-1 には合計した値を示した。下水道整備地区人口は、下水道処理区域図³⁾より 4 区分毎に人口を集計した。

面源からの COD 排出負荷量は、水田、畑地、宅地、山林、その他の面積に原単位をかけて単位換算をして求めた。畜舎からの排出負荷量は、牛、豚、鶏の頭数に原単位をかけ単位換算をした。家庭排水による排出負荷量は、下水道整備区域と下水道未整備区域に分けて考えた。下水道整備区域では、人口に排水量原単位をかけさらに下水処理場から排水される COD 濃度をかけたものを河川への排出負荷量とした。下水道未整備区域では、人口にし尿の COD 発生原単位と単独浄化槽の処理率をかけたものと、人口に雑排水の COD 発生原単位をかけたものを合計し単位換算した。工場排水も、下水道整備区域と下水道未整備区域に分けて考えて、河川への排出負荷量を求めた。下水道整備区域では、中分類毎に出荷額と排水量原単位と下水処理場から排水される COD 濃度を乗じ人口比率で分配した。下水道未整備区域では、中分類毎に出荷額と排水負荷量原単位と工場内の処理率を乗じ人口比率で分配した。商業などの 3 次産業の排水に関しては、足利市の常住人口と昼間人口がほぼ同じなので、家庭排水に含めた。このようにして推定した COD の排出負荷量を表-2 に示す。

表 - 2 足利市からの COD 排出負荷量

項目	水田	畑地	宅地	山林	その他	工場排水	家庭排水	畜舎排水			合計	TOC換算
								牛	豚	鶏		
単位	(g/s)	(g/s)	(g/s)	(g/s)	(g/s)	(g/s)	(g/s)	(g/s)	(g/s)	(g/s)	(g/s)	(g/s)
足利市西部	0.050	0.016	0.467	0.457	1.412	0.899	0.217	0.008	0.000	0.000	3.524	1.322
足利市中央部	0.422	0.146	5.551	2.730	6.842	10.686	5.474	0.008	0.000	0.840	32.699	12.262
足利市東部	0.576	0.137	0.932	0.491	0.372	1.794	0.843	0.018	0.027	0.840	6.030	2.261
足利市南部	1.840	0.221	3.323	0.026	1.043	6.396	3.997	0.288	0.080	0.000	17.214	6.455
計	2.888	0.520	10.272	3.703	9.668	19.774	10.532	0.322	0.107	1.681	59.468	22.301

足利市中央部からの COD 排出負荷量 32.7g/s である。COD は有機物を酸化するために必要な酸素量であるのに対して、TOC は有機物の炭素量である。炭素 12g を二酸化炭素にするためには酸素 32g が必要になるので、COD と TOC の比は 32 : 12 と考えた。よって、足利市中心部からの TOC 排出負荷量は約 12g/s と考えられ、実測した値である約 10g/s に一致する。また、足利市南部を流れる矢場川において、流量と TOC 濃度を実測して求められた排出負荷量が約 6g/s⁴⁾ なので、原単位法で求めた足利市南部の推定値と一致する結果が得られた。

4. まとめ

本研究では、渡良瀬川本川の高津戸橋、葉鹿橋、川崎橋、藤岡大橋および 2 か所の頭首工の 6 地点において TOC 濃度および河川流量（計画取水量）を測定し、渡良瀬川流域の有機物収支を基にして流域からの TOC 排出負荷量を求めた。この排出負荷量の要因を探るため、原単位法を用いて TOC 排出負荷量を試算した。実測値と推定値はほぼ同じであることが解った。

参考文献 1) 流域別下水道整備総合計画制度設計会議編：流域別下水道整備総合計画調査指針と解説。2) 足利市：統計あしかが 2010 年(平成 22 年)版。3) 足利市：足利市循環型社会形成推進地域計画。4) 古谷津ら：物質収支を用いた矢場川流域の TOC 排出負荷量の推定。