

平成 27 年度諏訪湖非特定汚染源負荷量調査結果報告書

平成 28 年 3 月

目 次

諏訪湖非特定汚染源負荷量調査

1. 調査目的	1
2. 調査内容	1
2.1 山林の原単位調査	2
2.1.1 調査方法等	2
2.1.2 調査結果	2
2.2 大気中からの降下物負荷量調査	4
2.2.1 調査方法等	4
2.2.2 調査結果	5
3. 平成23年度の原単位を含めた調査結果のとりまとめ	5
3.1 山林	7
3.2 水田	8
3.3 畑	8
3.4 市街地	9
3.5 原単位	10
4. 前回調査時の原単位と他の湖沼の水質保全計画で使用されている原単位との比較検討	10
5. ゴルフ場及びスキー場の調査	13
5.1 ゴルフ場	13
5.2 スキー場	13
6. まとめ	14

参考資料編

1. 山林原単位調査結果	資-1
1.1 降雨時調査結果	資-1
1.2 水質等経時変化	資-2
1.3 調査状況の写真	資-4
2. 大気中からの降下物調査結果	資-5
3. 山林、市街地、水田、畑の位置図	資-7
4. ゴルフ場及びスキー場施設の位置図	資-10
4.1 ゴルフ場	資-10
4.2 スキー場	資-12

諏訪湖非特定汚染源負荷量調査

1. 調査目的

長野県最大の湖沼である諏訪湖は、昭和 61 年に湖沼水質保全特別措置法に基づく指定湖沼の指定を受け、諏訪湖の水質浄化のため、昭和 62 年度以降 6 期にわたり湖沼水質保全計画を策定し、下水道の整備や工場・事業場の排水規制等の各種施策を講じてきました。諏訪湖水質保全計画を策定する際には、流域からの発生源別汚濁負荷量の算定や諏訪湖の水質予測を行います。この排出汚濁負荷量の算出に必要な原単位の調査は、当初は平成元年頃に行われました。その後、しばらく調査が行われていなかったため、現状の実態把握のために、平成 23 年度には、山林、農地、市街地の非特定汚染源の調査を行いました。この調査の際、岡谷市横河川の山林調査では、土砂崩れ等により 1 回しか調査ができなかったため、その補足調査として、平成 25 年度に補足調査を 2 回実施しました。また、平成 25 年度から平成 27 年度に大気中からの降下物質について、調査を行いました。これらの調査結果をとりまとめ、次期の諏訪湖水質保全計画策定のための基礎資料とします。なお、平成 23 年度調査結果と平成 21 年度から 22 年度にかけて行った、ゴルフ場及びスキー場の調査結果も合せてまとめました。

2. 調査内容

山林の補足調査地点と大気中からの降下物による汚濁負荷量の調査地点を図 1 に示した。

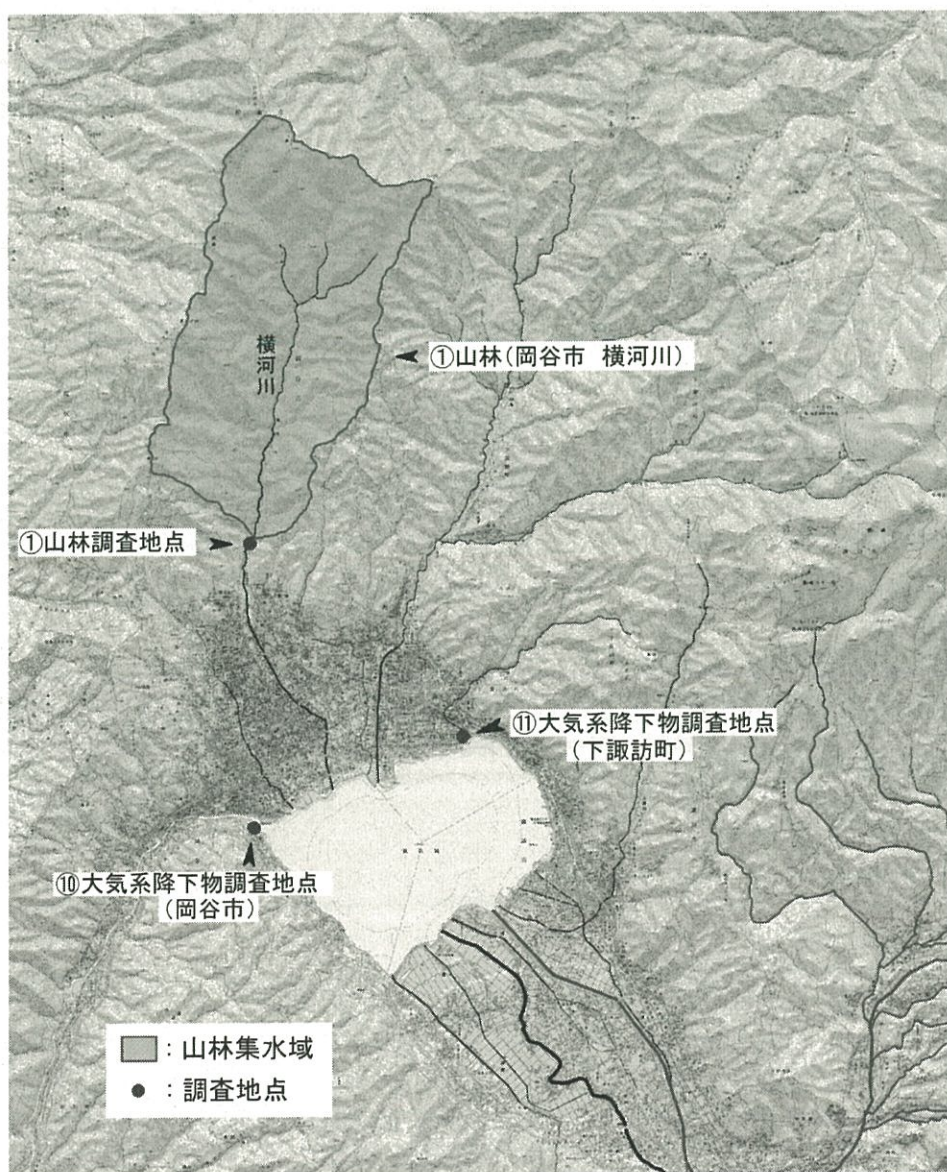


図 1 調査地点図

2.1 山林の原単位調査

2.1.1 調査方法等

(1) 調査地点

平成 23 年度に調査を実施した場所と同一地点（図 1 の①地点）で、降雨時に調査を行った。横河川の集水域は高ボッチ山（塩尻市）や鉢伏山（松本市）の尾根及び下諏訪町との境界付近の山麓で囲まれた山林で、調査地点①より下流側は農地と市街地となっている。

(2) 調査期間

調査期間を表 1 に示す。

表 1 調査期間等

土地利用形態等	調査地域の番	所在地	調査地点	調査日	降水量 (mm)
山林	1	岡谷市	横河川	平成25年6月19日～21日	35.0
				平成25年9月15日～18日	75.0

(3) 調査方法

調査は、平成 23 年度と同様な方法で実施した。降雨が予想される場合、事前に、調査地点に自動採水器を設置して、降雨前から降雨終了まで概ね、2 時間おきに採水を行った。水位は河川に設置した水位計により測定し、河川の流量は水位からマンニングの式により算出した流速と流路断面積から算出した。また、調査地点における流速計による実測値により補正を行った。（備考参照）

調査項目と測定方法を表 2 に示す。

表 2 調査項目と測定方法

測定項目	測定方法等
COD、溶存態COD (D-COD)	JIS K0102 17
T-N、溶存態T-N (D-T-N)	JIS K0102 45.2
T-P、溶存態T-P (D-T-P)	JIS K0102 46.3.1
SS	環境庁告示第59号 付表9

2.1.2 調査結果

(1) 降雨時の流出特性

図 2 に降雨時の水質等の経時変化の一例を示す。降雨時の調査では降雨開始とともに特に、T-P、T-COD、SS は水質濃度が上昇し、ファーストフラッシュといわれる水質濃度の上昇ピークがみられた。

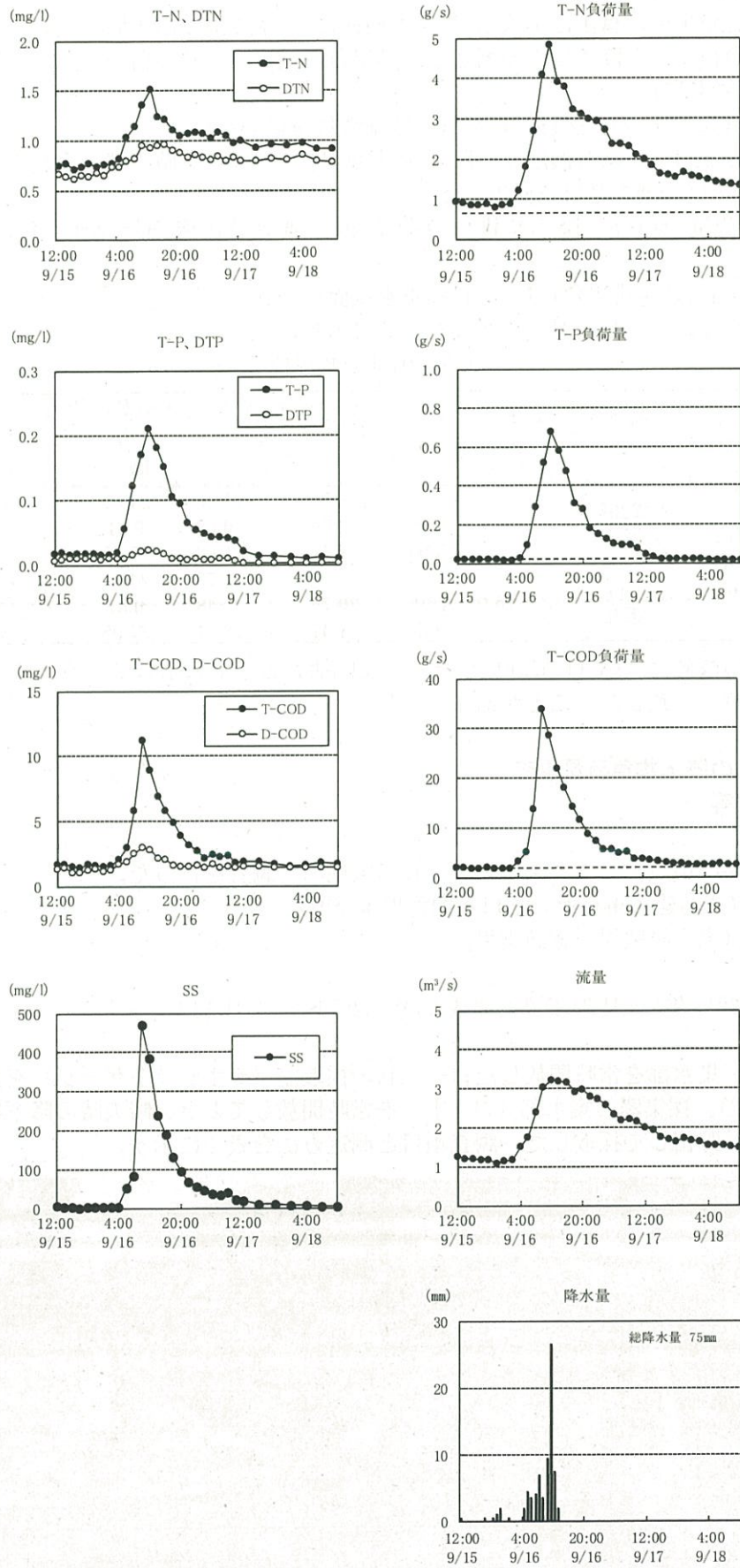


図2 山林(岡谷市 横河川)(調査期間:平成25年(2013年)9月15日~18日)

(2) 排出負荷量と原単位

排出負荷量と原単位の算出は平成 23 年度と同様に、負荷量は、晴天時の基底流出による排出負荷量（基底負荷量）と降雨による増加した排出負荷量（降雨時負荷量）から、以下のように算出した。（備考参照）

$$\text{排出負荷量 (g/日)} = \text{基底負荷量 (g/日)} + \text{降雨時負荷量 (g/日)}$$

基底負荷量 (g/日) = 水質濃度 (mg/L) × 流量 (m³/日) × 晴天時の水質と流量による負荷量 (平成 23 年度の調査結果を使用した。)

$$\text{降雨時負荷量 (g/日)} = \text{降雨時排出負荷量 (g)} / \text{調査時の降雨量 (mm)} \times \text{年間降雨量 (mm)} / 365 \text{ (日)}$$

$$\text{原単位 (g/ha/日)} = \text{排出負荷量 (g/日)} / \text{集水域面積 (ha)}$$

調査結果から算出した負荷量と原単位を表 3 に示す。

表 3 山林の原単位等

土地利用形態	調査地点 (集水域面積)	調査期	降水量 mm	項目	降雨時負荷量 kg	降雨時日負荷量(A) kg/日	基底負荷量(B) kg/日	全負荷量(A+B) kg/日	原単位 g/ha/日
山林	横河川 (岡谷市) (2123.6ha)	平成25年度 第1回	35.0	T-N	158.37	16.30	24.60	40.89	19.3
				T-P	6.59	0.68	0.81	1.49	0.70
				COD	598.78	61.62	37.05	98.67	46.5
		平成25年度 第2回	75.0	T-N	452.78	21.75	24.60	46.34	21.8
				T-P	30.75	1.48	0.81	2.29	1.08
				COD	1628.47	78.21	37.05	115.25	54.3

注：以下、表中の数値は、EXCEL で計算したものを四捨五入して表示しているために、内訳と合計等は、末尾の数値が一致しないことがある。

2.2 大気中からの降下物負荷量調査

2.2.1 調査方法等

(1) 調査地点

諏訪湖の近傍の地点として、図 1 の⑩と⑪の敷地内で調査を行った。

⑩岡谷市湊（諏訪建設事務所 釜口水門管理事務所）

⑪下諏訪町（水産試験場 諏訪支場）

(2) 調査期間

平成 25 年（2013 年）5 月 31 日から平成 28 年（2016 年）2 月 12 日

(3) 調査方法

調査地点に、集水部を常時開放したロート状の採取器（デポジットゲージ）を設置して調査を行った（図 3）。採集器の集水部（ロート）を常時開放しておき、晴天時の降下物と降水を貯水用ポリビンに貯留して採取した。調査項目と測定方法を表 4 に示す。



⑩岡谷市湊（釜口水門管理事務所内）

⑪下諏訪町（水産試験場 諏訪支場内）

図 3 大気中からの降下物負荷量調査装置

表4 調査項目

測定項目	測定方法等
COD、溶存態COD (D-COD)	JIS K0102 17
T-N、溶存態T-N (D-T-N)	JIS K0102 45. 2
T-P、溶存態T-P (D-T-P)	JIS K0102 46. 3. 1
アンモニア性窒素	JIS K0102 42. 2
硝酸性窒素	JIS K0102 43. 2. 5
亜硝酸性窒素	JIS K0102の43. 1. 1
りん酸態りん	JIS K0102の46. 1. 1
SS	環境庁告示第59号 付表9

2.2.2 調査結果

大気中からの降下物負荷原単位の算出は「非特定汚染源負荷調査マニュアル」(平成2年3月環境庁)によった。

調査期間ごとの水質濃度から年間平均水質を次式により求めた。

$$C_p = \sum (r_i \times C_i) / \sum r_i$$

C_p : 降水平均水質 (mg/L)

r_i : i 回目の降水量 (mm)

C_i : i 回目の水質 (mg/L)

降水負荷原単位は次式により算出した。

$$U_p = H_p \times C_p \times 10^{-2}$$

U_p : 降水負荷原単位 (kg/ha/年)

H_p : 年間降水量 (mm/年)

C_p : 降水平均水質 (mg/L) (降水平均水質は降水量の加重平均による。)

降水の負荷原単位を表5に示す。

表5 大気系降下物の降水負荷原単位等

調査地点	降水平均水質 (mg/L) ^{注1}			降水負荷原単位 (g/ha/日)		
	T-N	T-P	T-COD	T-N	T-P	T-COD
岡谷市湊 (釜口水門管理事務所)	0.47	0.022	1.94	16.9	0.79	69.1
下諏訪町 (水産試験場諏訪支場)	0.43	0.023	1.75	15.5	0.83	62.6
平均値	0.45	0.023	1.85	16.2	0.81	65.9

注1: 降水量の加重平均値

調査時期により、周辺の樹木からの花粉や落ち葉及びユスリカ等が検体に混入することにより、窒素やりんの高い濃度が検出されることがあった。ユスリカ等が混入すると、アンモニア性窒素が高い濃度で検出されることがあった。

3. 平成23年度調査を含めた調査結果のとりまとめ

平成23年度及び平成25年度～27年度まで調査を行った調査地点を図4に示す。また、調査地点及び調査時期等を表6～表7に、排出負荷量及び原単位結果等を表8から表11に示す。

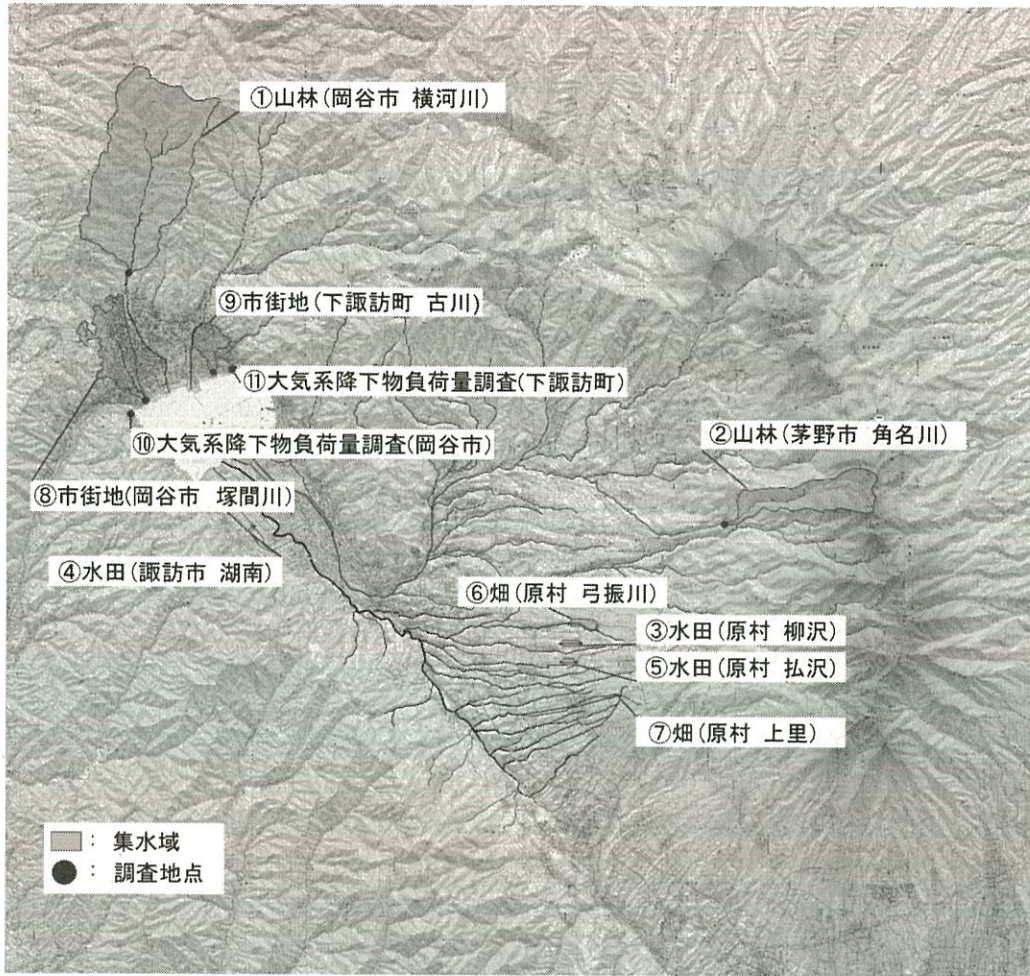


図4 調査地点位置図

表6 調査地点

土地利用形態	調査地域の番号	所在地	調査地点の状況	集水域面積 (ha)	備考
山林	1	岡谷市	横河川	2123.6	
	2	茅野市	角名川上流(りんどう橋)	449.2	
水田	3	原村	柳沢地区(圃場整備された水田地帯の一画)	6.8(左) 6.4(右)	
	4	諏訪市	湖南地区(圃場整備された水田地帯の一画)	2.8	
	5	原村	払沢地区(圃場整備された水田地帯の一画)	7.4(左) 4.9(右)	晴天時のみ調査
畑	6	原村	弓振川周辺の畑	11.1	
	7	原村	上里地区の畑	3.4	晴天時のみ調査
市街地	8	岡谷市	市街地から塚間川に流入する集水域	452.2	
	9	下諏訪町	市街地から古川に流入する集水域	139.1	
大気系降水物	10	岡谷市	岡谷市(諏訪建設事務所 釜口水門管理事務所内)		
	11	下諏訪町	下諏訪町(水産試験場 諏訪支場内)		

表7 調査時期等

土地利用形態等	調査地域の番号	所在地	調査地点	調査日	降水量 (mm)
山林	1	岡谷市	横河川	平成23年5月23日～24日	28.0
				平成25年6月19日～21日	35.0
				平成25年9月15日～18日	75.0
	2	茅野市	角名川	平成23年7月4日～6日	17.5
				平成23年10月4日～7日	28.5
水田	3	原村	柳沢地区（左側と右側の水田区画の各用水路の上下）	平成23年6月10日～12日	42.0
				平成23年7月19日～21日	33.0
	4	諏訪市	湖南地区	平成23年7月4日～6日	21.5
				平成23年8月26日～28日	36.0
畑	6	原村	畑に接する弓振川の上流と下流	平成23年5月23日～24日	51.0
				平成23年9月20日～22日	109.5
市街地	8	岡谷市	塚間川の上流と下流	平成23年5月10日～12日	83.5
				平成23年9月1日～4日	97.5
				平成23年5月10日～12日	84.5
	9	下諏訪町	古川の上流と下流	平成23年9月1日～4日	100.0
大気系降下物	10	岡谷市	釜口水門	平成25年5月31日～平成28年2月12日	
				11	下諏訪町

3.1 山林

平成23年度と平成25年度に行った排出負荷量と原単位結果を表8に示す。平成23年度の横河川調査では土砂崩れにより1回しか調査ができなかったことと、角名川の2回目調査（表8の青色部分）では、河川への実際の流出水量が少なかったこと等により、原単位が若干低めの傾向が見られたが、今回の補足調査で、現状の状況を概ね把握できたと考える。

表8 山林からの排出負荷量と原単位

調査地点 (集水域面積)	調査期	降水量	項目	降雨時負荷量	降雨時日負荷量(A)	基底負荷量(B)	全負荷量(A+B)	原単位
		(単位) mm		kg	kg/日	kg/日	kg/日	g/ha/日
横河川 (岡谷市) (2123.6ha)	平成23年度 第1回	28.0	T-N	64.02	8.44	24.60	33.03	15.6
			T-P	2.94	0.39	0.81	1.20	0.57
			COD	343.7	45.31	37.05	82.36	38.8
角名川 (茅野市) (449.2ha)	平成23年度 第1回	17.5	T-N	4.74	1.00	1.98	2.98	6.6
			T-P	0.79	0.17	0.05	0.22	0.49
			COD	44.39	9.36	10.78	20.14	44.8
	平成23年度 第2回	28.5	T-N	1.58	0.20	2.64	2.85	6.3
			T-P	0.12	0.02	0.07	0.08	0.18
			COD	15.04	1.95	8.26	10.21	22.7
横河川 (岡谷市) (2123.6ha)	平成25年度 第1回	35.0	T-N	158.37	16.30	24.60	40.89	19.3
			T-P	6.59	0.68	0.81	1.49	0.70
			COD	598.78	61.62	37.05	98.67	46.5
	平成25年度 第2回	75.0	T-N	452.78	21.75	24.60	46.34	21.8
			T-P	30.75	1.48	0.81	2.29	1.08
			COD	1628.47	78.21	37.05	115.25	54.3

以下、水田、畑、市街地の調査結果等については、前回の調査結果書から抜粋した。(詳細は、「平成 23 年度諏訪湖非特定汚染源負荷量調査結果報告書 平成 24 年 3 月」を参照)

3.2 水田

・原村柳沢地区

調査は原村の圃場整備された水田の一画で調査を行った。調査水田区域の横を流れる農業用水の上流側地点と下流側地点で調査を行い、対象水田区域から流出する汚濁負荷量の調査を行った。原村柳沢右の第 1 回目の調査では採水時に他の河川からの汚濁水の流入があったために原単位の算出から除いた。(表 9 の青色部分)

- ・原村払沢地区については、晴天時のみ実施した。水田と用水路の状況は柳沢地区と同様である。
- ・諏訪市湖南地区

湖南地区は広域に圃場整備された水田が広がっており、その一画で調査を行った。排水路と用水路が分離されている。また、排水路は土壁のため、河床には両脇のあぜや水田から流出した土壌が堆積していた。降雨時に調査開始後、堆積泥を吸いあげ、自動採水器の採水管が詰まり、採水が中断したため、原単位の算出から除いた。(表 9 の青色部分)

表 9 水田からの排出負荷量と原単位

調査地点 (集水域面積)	調査期	調査地点 (単位) mm	降水量	項目	降雨時負荷量 kg	降雨時日負荷量(A) kg/日	基底負荷量(B) kg/日	全負荷量(A+B) kg/日	調査対象地域からの排出負荷量 kg/日	原単位 g/ha/日
原村柳沢 左 (6.8ha)	第1回	上流	42.0	T-N	1.67	0.15	1.17	1.32		
				T-P	0.074	0.007	0.019	0.026		
				COD	6.71	0.59	2.70	3.29		
		下流	42.0	T-N	3.90	0.34	1.15	1.49	0.172	25.3
				T-P	0.117	0.010	0.030	0.040	0.014	2.10
				COD	14.19	1.25	2.79	4.03	0.748	110.0
	第2回	上流	33.0	T-N	0.71	0.08	0.64	0.72		
				T-P	0.196	0.022	0.031	0.054		
				COD	8.49	0.96	3.01	3.97		
		下流	33.0	T-N	0.61	0.07	0.81	0.88	0.157	23.1
				T-P	0.178	0.020	0.045	0.065	0.011	1.69
				COD	9.38	1.05	3.59	4.64	0.673	99.0
原村柳沢 右 (6.4ha)	第1回	上流	42.0	T-N	0.45	0.04	0.90	0.94		
				T-P	0.031	0.003	0.015	0.017		
				COD	2.41	0.21	2.06	2.28		
		下流	42.0	T-N	3.58	0.31	1.22	1.53	0.592	92.6 ^{注1}
				T-P	0.062	0.005	0.025	0.031	0.013	2.08
				COD	5.99	0.53	2.38	2.90	0.625	97.6
	第2回	上流	33.0	T-N	0.37	0.04	0.29	0.34		
				T-P	0.092	0.010	0.016	0.026		
				COD	4.46	0.51	1.23	1.74		
		下流	33.0	T-N	1.29	0.14	0.38	0.52	0.188	29.4
				T-P	0.142	0.016	0.021	0.037	0.011	1.74
				COD	6.62	0.74	1.69	2.43	0.693	108.3
諏訪市湖南 (2.8ha)	第1回	21.5	T-N	0.40	0.07	0.28	0.35		124.9 ^{注2}	
			T-P	0.157	0.027	0.029	0.056		19.94	
			COD	3.18	0.55	1.92	2.46		879.5	
	第2回	36.0	T-N	0.68	0.07	0.11	0.18		64.1 ^{注2}	
			T-P	0.096	0.010	0.023	0.032		11.55	
			COD	1.99	0.20	1.05	1.25		446.8	

注 1, 注 2 : 水収支や採水時に支障があったために、原単位の算定から除いた。

3.3 畑

調査区域はセロリ、パセリ等、高原野菜の栽培地の一画で行った。畑からの降水による流出汚濁負荷量を、弓振川の上流と下流の汚濁負荷量の差から求めた。原村上里地区の畑は晴天時の調査のみ実施した。

表 10 畑からの排出負荷量と原単位

調査地点 (集水域面積)	調査期	調査地点 (単位) mm	項目	降雨時	降雨時	基底負荷量	全負荷量	調査対象地 域からの排 出負荷量 kg/日	原単位 g/ha/日
				負荷量 kg	日負荷量(A) kg/日	(B) kg/日	(A+B) kg/日		
弓振川 (原村) (11.1ha)	第1回	上流	T-N	26.28	1.90	1.58	3.48		
			T-P	1.297	0.094	0.031	0.125		
			COD	134.7	9.75	3.33	13.08		
		下流	T-N	28.11	2.03	2.12	4.15	0.673	60.4
			T-P	1.422	0.103	0.032	0.135	0.010	0.88
			COD	141.5	10.24	3.52	13.76	0.678	60.8
	第2回	上流	T-N	162.2	5.47	1.58	7.04		
			T-P	10.09	0.340	0.031	0.372		
			COD	848.8	28.61	3.33	31.94		
		下流	T-N	169.2	5.70	2.12	7.82	0.778	69.9
			T-P	10.39	0.350	0.032	0.383	0.011	0.99
			COD	865.7	29.18	3.52	32.70	0.759	68.1

3.4 市街地

・岡谷市(塚間川)

調査は岡谷市の市街地の中心部を流下する塚間川の上流部と下流部で調査を行った。

・下諏訪町(古川)

下諏訪町の市街地の中心部を流れる古川の上流と下流で調査を行った。調査開始後、現地踏査により市街地へ上流部から流入する河川は、調査対象とした砥川のほかに、小さな沢や道路側溝等複数あることが、その後の調査で判明した。そのため、負荷量の収支をとることができなかつたので、原単位の算定から除外した。(表 11 の青色部分)

表 11 市街地からの排出負荷量と原単位

調査地点 (集水域面積)	調査期	調査地点 (単位) mm	項目	降雨時	降雨時	基底負荷量	全負荷量	調査対象地 域からの排 出負荷量 kg/日	原単位 g/ha/日
				負荷量 kg	日負荷量(A) kg/日	(B) kg/日	(A+B) kg/日		
塚間川 (岡谷市) (452.2ha)	第1回	上流	T-N	16.42	0.75	0.74	1.49		
			T-P	0.371	0.017	0.014	0.031		
			COD	55.48	2.53	0.93	3.46		
		下流	T-N	150.2	6.64	7.62	14.26	12.77	28.2
			T-P	8.50	0.376	0.214	0.589	0.56	1.23
			COD	852.7	37.69	11.86	49.55	46.09	102.0
	第2回	上流	T-N	18.32	0.69	0.74	1.44		
			T-P	0.431	0.016	0.014	0.031		
			COD	57.47	2.18	0.93	0.93		
		下流	T-N	213.1	8.07	7.62	15.69	14.25	31.5
			T-P	10.65	0.403	0.214	0.617	0.59	1.30
			COD	1045.4	39.58	11.86	51.43	50.50	106.9
古川 (下諏訪町) (139.1ha)	第1回	上流	T-N	33.94	1.48	2.49	3.98		
			T-P	3.10	0.14	0.10	0.24		
			COD	264.9	11.57	7.21	18.78		
		下流	T-N	87.51	3.82	47.91	51.74	47.76	343.3 ^{注1}
			T-P	8.64	0.38	1.23	1.61	1.37	9.88
			COD	558.5	24.39	18.84	43.23	24.45	175.8
	第2回	上流	T-N	34.12	1.26	2.49	3.75		
			T-P	3.27	0.12	0.10	0.22		
			COD	182.9	6.75	7.21	13.96		
		下流	T-N	118.47	4.37	47.91	52.29	48.54	348.8 ^{注1}
			T-P	4.52	0.17	1.23	1.40	1.18	8.47
			COD	736.0	27.17	18.84	46.00	32.04	230.3

注 1：古川の原単位は参考に示した。

注 2：基底負荷量は第 1 回目、第 2 回目とも晴天時の年間平均負荷量を使用した。

3.5 原単位

山林、水田、畑、市街地及び大気中からの降下物負荷量の調査結果をまとめて表 12 に示した。

表 12 原単位結果

土地利用形態等	調査期	調査場所	T-N負荷量 (g/ha/日)	T-P負荷量 (g/ha/日)	T-COD負荷量 (g/ha/日)
山林	平成23年 1回目	岡谷市 横河川	15.6	0.57	38.8
	平成23年 1回目	茅野市 角名川	6.6	0.49	44.8
	平成25年 1回目	岡谷市 横河川	19.3	0.70	46.5
	平成25年 2回目	岡谷市 横河川	21.8	1.08	54.3
	平均		15.8	0.71	46.1
水田	平成23年 1回目	原 村 柳沢地区左	25.3	2.10	110.0
	平成23年 2回目	原 村 柳沢地区左	23.1	1.69	99.0
	平成23年 2回目	原 村 柳沢地区右	29.4	1.74	108.3
	平均		25.9	1.84	105.8
畑	平成23年 1回目	原 村 弓振川	60.4	0.88	60.8
	平成23年 2回目	原 村 弓振川	69.9	0.99	68.1
	平均		65.1	0.94	64.5
市街地	平成23年 1回目	岡谷市 塚間川	28.2	1.23	102.0
	平成23年 2回目	岡谷市 塚間川	31.5	1.30	106.9
	平均		29.9	1.27	104.4
大気中からの降下物等による負荷	平成25年～28年	岡谷市 釜口水門	16.9	0.79	69.1
	平成25年～28年	下諏訪町 水産試験場諏訪支場	15.5	0.83	62.6
	平均		16.2	0.81	65.9

4. 前回調査時の原単位と他の湖沼の水質保全計画で使用されている原単位との比較検討

今回の調査結果で得られた個々の原単位は、前回調査の原単位(昭和 63 年度～平成 3 年度に実施)(表 13)及び第 5 期諏訪湖水質保全計画で使用した原単位(表 14)と比べてみると、増減する数値があるが、算術平均により算出した原単位は、概ね同程度か若干低めの値であった。

全国の他の湖沼の水質保全計画で使用している原単位を表 15 に示す。他湖沼で使用している原単位は湖沼により大きな差がみられる項目もある。本調査で得られた調査結果は概ね、他湖沼で使用している原単位と同程度のオーダーであった。

表 13 前回調査の原単位の範囲(昭和 63 年度～平成 3 年度に実施) (単位: g/ha/日)

土地利用区分	T-N	T-P	COD
山林	8.1 ~ 20.5	0.64 ~ 1.20	39.7 ~ 69.4
水田	9.5 ~ 67.1	0.11 ~ 25.8	32.2 ~ 980
畑	59.3 ~ 78.1	0.55 ~ 2.26	46.9 ~ 95.1
市街地	26.5 ~ 45.2	1.71 ~ 5.18	127 ~ 163
降雨	18.0	0.96	69.0

表 14 第 5 期水質保全計画で使用した原単位 (単位: g/ha/日)

土地利用形態	T-N	T-P	COD
山林	11.6	0.88	46.9
水田(慣行)	25.4	1.89	129
水田(施肥)	18.2	1.81	129
畑	68.0	0.97	66.8
市街地	30.4	2.98	146
降雨	18.0	0.96	69.0

表 15 湖沼の水質保全計画で使用されている原単位

分類	湖沼名等	原単位 (g/ha/日)		
		COD	TN	TP
市街地	霞ヶ浦	153	24	1.80
	印旛沼	115	33.50	1.70
	手賀沼	115	33.50	1.70
	琵琶湖	144	38.60	2
	児島湖	98.40	20.60	1.92
	諏訪湖	146	30.40	2.98
	釜房ダム	低水年:143 豊水年:177 平水年:158	低水年:11.0 豊水年:19.7 平水年:14.8	低水年:0.52 豊水年:0.93 平水年:0.71
	中海	160	46	2.30
	宍道湖	160	46	2.30
	野尻湖	120.00	35.00	1.78
水田	霞ヶ浦	水稲田:66.2 転作田:11.1 不作付田:37.2	水稲田:22.4~23.7 転作田:29.9~38.3 不作付田:20.0	水稲田:0.74~0.93 転作田:0.76~0.99 不作付田:0.85
	印旛沼	113	30.80	3.42
	手賀沼	125	32.60	3.56
	琵琶湖	118	39.20	2.68
	児島湖	139	31.20	13.40
	諏訪湖	慣行:129.0 側条施肥:129.0	慣行:25.4 側条施肥:18.2	慣行:1.89 側条施肥:1.81
	釜房ダム	H8低水年:118 H11豊水年:245 H12平水年:147	H8低水年:48.6 H11豊水年:92.7 H12平水年:62.8	H8低水年:0.93 H11豊水年:1.73 H12平水年:1.01
	中海	慣行:159 側条施肥:144	慣行:25.3 側条施肥:16.0	慣行:3.19 側条施肥:2.26
	宍道湖	慣行:159 側条施肥:144	慣行:25.3 側条施肥:16.0	慣行:3.19 側条施肥:2.26
	野尻湖	67.01	慣行:35.8 施肥田植:18.2	慣行:5.84 施肥田植:18.1
畑	霞ヶ浦	24.50	37.5~48.0	0.76~0.99
	印旛沼	45.00	94.50	1.10
	手賀沼	45.00	94.20	1.04
	琵琶湖	62	261	0.54
	児島湖	22.60	6.50	1.79
	諏訪湖	66.80	68	0.97
	釜房ダム	低水年:70.1 豊水年:149 平水年:105	H8低水年:73.1 H11豊水年:204 H12平水年:115	H8低水年:0.88 H11豊水年:1.89 H12平水年:1.34
	中海	87.30	47.20	0.99
	宍道湖	87.30	47.20	0.99
	野尻湖	13.01	144.00	0.90
森林	霞ヶ浦	38.30	15.60	0.54
	印旛沼	39.90	10.00	0.33
	手賀沼	39.90	10.00	0.33
	琵琶湖	41.6~56.1	15.4~23.9	0.308~0.428
	児島湖	38.70	3.80	0.22
	諏訪湖	46.90	11.60	0.88
	釜房ダム	H8低水年:119 H11豊水年:271 H12平水年:157	H8低水年:8.99 H11豊水年:19.3 H12平水年:13.8	H8低水年:0.58 H11豊水年:1.26 H12平水年:0.79
	中海	55	16	0.29
	宍道湖	55	16	0.29
	野尻湖	31.01	9.00	0.79

注) 「湖沼水質のための流域対策の基本的考え方」(H18.3国土交通省・農林水産省・環境省)の資料より転記。一部省略。

5. ゴルフ場及びスキー場の調査

平成 21 年度から平成 22 年度にかけて実施した、ゴルフ場及びスキー場からの排出負荷量の調査結果を、「上川・宮川流域負荷削減技術研究事業調査結果書 平成 23 年 3 月」から抜粋して示す。調査対象施設を図 5 と表 16～17 に示す。

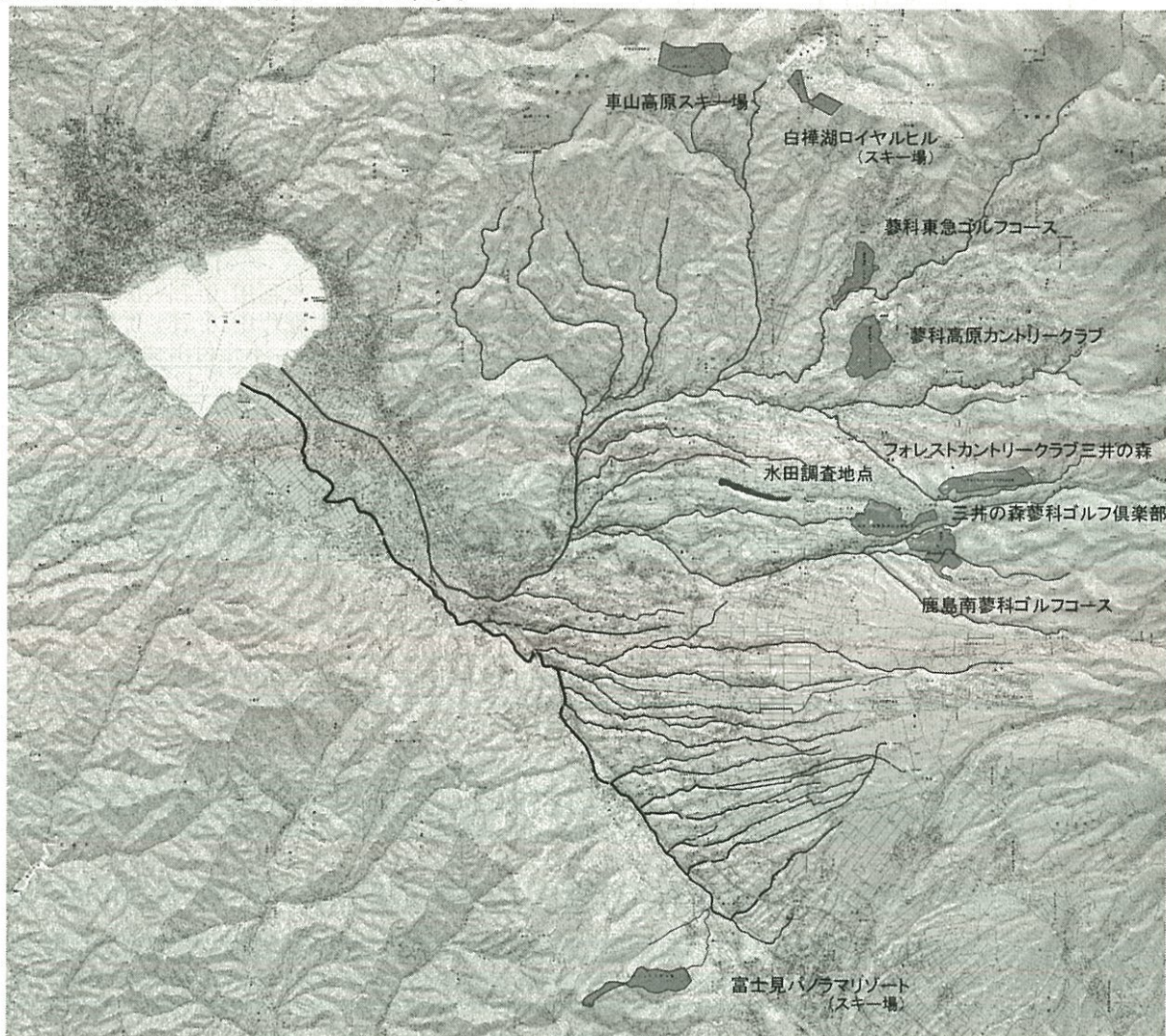


図 5 ゴルフ場とスキー場の調査対象施設等の位置図

表 16 調査対象ゴルフ場

ゴルフ場名	集水域面積 (ha)	標高 (m)	ホール / パー
鹿島南蓼科ゴルフコース	31.6	1200～1260	18H/Par 72
蓼科高原カントリークラブ	84.9	1130～1200	27H/Par 108
フォレストカントリークラブ 三井の森	57.3	1360～1490	18H/Par 72
三井の森蓼科ゴルフ倶楽部	70.9	1150～1250	27H/Par 108
蓼科東急ゴルフコース	9.5	1180～1260	18H/Par 72

表 17 調査対象スキー場

スキー場名	集水域面積 (ha)	標高 (m)
車山高原スキー場	105.2	1570～1920
富士見パノラマリゾート	88.6	1040～1770
白樺湖ロイヤルヒル	18.9	1450～1770

5.1 ゴルフ場

調査は、茅野市内にある5か所のゴルフ場で、平成21年8月から平成22年12月まで降雨時と晴天時に行った。このうち、3調査地点（注）は、調整池から排出水の流出がみられなかったり、排出水が少なかったために、排出負荷量と原単位の算出から除いた。

ゴルフ場内の一部の水路は埋設され、また、場内は起伏があるため、降雨時の雨水の流出先を正確に把握することは困難であった。また、降雨時にはゴルフコースからの地下浸透水もあるため、降雨時のゴルフ場からの排出負荷量は調査結果よりも大きいと考えられる。調査結果から、蓼科高原カントリークラブと三井の森蓼科ゴルフ倶楽部の原単位は、山林・原野や畑の原単位のオーダーに近い値であった。

（注）調整池からの排水がみられなかった、フォレストカントリークラブ三井の森、三井の森蓼科ゴルフ倶楽部②とゴルフ場内から河川への影響が少ないと考えられた鹿島南蓼科ゴルフコース②を除き、残りの調査地点について排出負荷量と原単位の算出を行った。

表 18 ゴルフ場からの排出負荷量と原単位

ゴルフ場名 (集水域面積)	項目名 (単位)	降雨時日負荷量 g/日	基底負荷量 g/日	排出負荷量 g/日	原単位 g/ha/日	備考
蓼科高原カントリークラブ (84.92 ha)	COD	1,206	6,601	7,807	91.9	調査地点①と② の総排出負荷量 から算出。
	T-N	228	1,010	1,239	14.6	
	T-P	29.9	131.4	161.3	1.90	
三井の森蓼科ゴルフ倶楽部 (70.90 ha)	COD	1,185	3,105	4,290	60.5	調査地点①につい てその集水域面積 70.9haから算出。
	T-N	548	1,562	2,109	29.8	
	T-P	9.3	29.7	39.0	0.55	
蓼科東急ゴルフコース (9.50 ha)	COD	3,260	17,230	20,490	2155.9	注1) 48.5
	T-N	485	2,375	2,860	300.9	6.8
	T-P	17.4	111.9	129.3	13.61	0.31
鹿島南蓼科ゴルフコース ^{注2)} (31.62 ha)	COD		89.8	89.82	2.84	調査地点①につい てその集水域面積 31.6haから算出。
	T-N		8.3	8.26	0.26	
	T-P		1.3	1.31	0.04	

注1) 集水域面積を、調査地点の上流側のスキー場、別荘地、山林等をゴルフ場面積に含めた、422.4haとした場合の原単位。参考資料編 資-11ページ 図4-6に山林等を含む集水域を示す。

注2) 鹿島南蓼科ゴルフコースの原単位は、降雨時調査を行っていないため基底負荷量から求めた。

5.2 スキー場

上川・宮川流域でスキー場地域からの排出水が諏訪湖へ流入する、表19に示す3か所のスキー場で平成21年7月から平成22年12月まで、冬季間と冬季間以外（春季から秋季間）の期間に分けて調査を行った。

いずれのスキー場も冬季間の方が、春季から秋季間に比べて排出負荷量の大きい傾向が見られた。また、年間の排出負荷量から求めた3か所のスキー場の原単位に、著しい違いは見られなかった。原単位は山林の原単位のオーダーに近い値であった。

表 19 スキー場からの排出負荷量と原単位

スキー場名	春季から秋季間の平均 排出負荷量 (g/日)			冬季間の平均排出 負荷量 (g/日)			年間排出負荷量 (g/日)		
	T-COD	T-N	T-P	T-COD	T-N	T-P	T-COD	T-N	T-P
車山高原スキー場	741	276	8.29	1,974	472	11.81	1,163	343	9.50
富士見パノラマリゾート	2,149	319	11.32	4,070	717	17.55	2,807	456	13.45
白樺湖ロイヤルヒル	557	268	16.98	619	371	25.46	579	304	19.89

スキー場名	集水域面積 (ha)	原単位 (g/ha/日)		
		T-COD	T-N	T-P
車山高原スキー場	105.2	11.1	3.26	0.09
富士見パノラマリゾート	88.6	31.7	5.14	0.15
白樺湖ロイヤルヒル	18.9	30.6	16.06	1.05

6. まとめ

- ・降雨時の調査では降雨開始とともに特に T-P、T-COD、SS の水質濃度が上昇し、ファーストフラッシュといわれる水質濃度の上昇ピークが多くの調査地点でみられた。
- ・降雨時には、汚濁水の影響により粒子状りん (TP-DTP) 及び粒子状 COD (TCOD-DCOD) 成分の濃度が高くなっていた。
- ・負荷量は降雨の開始とともに、概ね多くの調査地点でいずれの項目も増加傾向がみられ、降雨終了とともに減少傾向がみられた。
- ・第 5 期諏訪湖水質保全計画で使用した原単位と比べて、今回の調査結果による個々の原単位は調査時期と項目により若干増減する値であったが、平均値から算出した原単位は概ね同程度か若干低い値であった。
- ・原単位調査は調査回数や調査対象地域を増やし、精度の高い調査をすることが望ましい。また、降雨時の調査で、同時に複数の調査地点で効率的に調査するためには、自動採水器や記録式流速計を複数整備することが必要である。
- ・原単位調査にあたっては、単一地目の水田、畑等の調査対象地域を選定することが望ましいが、実際は複数の地目の土地が混在していることが多く、調査が可能な適地の選定は困難を伴う。

7. 備考

(1) 排出負荷量と原単位の算出方法

排出負荷量と原単位の算出は平成 23 年度と同様に、負荷量は、晴天時の基底流出による排出負荷量（基底負荷量）と降雨による増加した排出負荷量（降雨時負荷量）に分け、以下のように算出した。

排出負荷量 (g/日) = 基底負荷量 (g/日) + 降雨時負荷量 (g/日)

基底負荷量 (g/日) = 水質濃度 (mg/L) × 流量 (m³/日) ・ ・ 晴天時の水質と流量による負荷量

降雨時負荷量 (g/日) = 降雨時排出負荷量 (g) / 調査時の降雨量 (mm) × 年間降雨量 (mm) / 365 (日)

原単位は次式により算出した。

原単位 (g/ha/日) = 排出負荷量 (g/日) / 集水域面積 (ha)

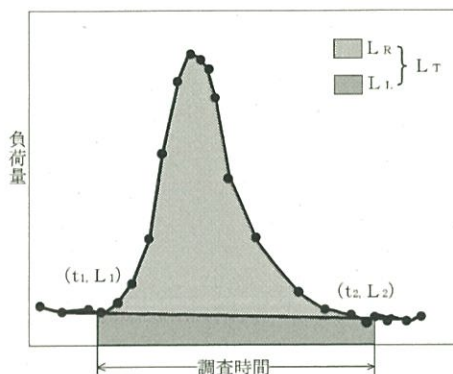


図 6 負荷量の算定方法

実際の降雨時には、図 6 に示すように降雨開始時にファーストフラッシュとよばれる水質濃度の上昇がみられ、降雨終了に従い徐々に水質濃度が減少していく。そのため、降雨による増加した負荷量（降雨時排出負荷量 (LR)）は、降雨時の全排出負荷量から降雨前後の降雨による影響の少ないときの平常時の排出負荷量（基底排出負荷量 (Ll)）を差引することにより求めることができる。ここで降雨前 (t1) と降雨終了後 (t2) の 2 点を通る直線より下部を全基底排出負荷量 (Ll)、直線を越える上側部分を降雨時排出負荷量 (LR)、さらに図 6 で経時変化のグラフ全体が描く面積を全排出負荷量 (LT) とすると、降雨により増加した負荷量（降雨時排出負荷量）は、降雨時排出負荷量 (LR) = 全排出負荷量 (LT) - 基底排出負荷量 (Ll) となる。降雨時の基底排出負荷量は、降雨開始前または降雨終了後の平常時の排出負荷量または、晴天時に調査した負荷量の年平均値を使用した。降雨時は 1 日から 2 日間にかけての連続降雨が多く、降雨中は 2~3 時間ごとに採水した。

調査対象地域で上流から流入負荷がある調査地域では、調査対象地域からの排出負荷を含んだ下流調査地点の負荷量から上流からの流入負荷量を差引きして調査対象地域の純排出負荷量を算出した。

(2) マニングの式

$$V = R^{2/3} \times I^{1/2} / n$$

V : 平均流速

R : 径深

(水路の場合、 $R = A / S$ 、A : 通水断面積 (水路幅 × 水深)、S : 潤辺 (水路幅 + 2 × 水深))

I : 動水勾配

n : マニングの粗度係数 (「水理公式集」土木学会発行等を参考にした。なお、マニングの粗度係数は流速計による実測流速と調査地点の水路の状況等を考慮して使用した。)

