

II-414 降水および乾性降下物による 汚濁負荷の統計的特性

富山県立技術短期大学 奥川 光治

1. はじめに

大気を通じて降下する栄養塩量を明らかにすることは、閉鎖性水域における富栄養化現象の解明にとって、基礎的、かつ、重要な課題である。最近になって、栄養塩降下量に関する調査が各地の試験研究機関で精力的に行われるようになり、それらをまとめた文献^{2), 4)}も見られるようになってきている。

本研究は、大気からの負荷量に関して富山県射水郡において実施した調査結果に解析を加え、その統計的特性を解明したものである。本研究の特徴は、①大気からの負荷量を降水による負荷と乾性降下物による負荷とに分けて解析したこと、②栄養塩は total 量だけでなく、溶解性あるいは懸濁性等各種化学形態に細分して分析したこと、③栄養塩だけでなく、有機物量や懸濁性物質質量等にも注目したこと、④1年間の負荷量を求めるため、調査を通年で実施したこと、⑤調査例の少ない北陸地方での調査であること、などである。

2. 調査方法

本研究では、大気からの降下物として、降水による負荷と乾性降下物による負荷とを合わせて採取した。試料は備小笠原計器製作所製の温水式転倒ます型雨量計により約1週間分ずつ採取した。すなわち、雨量計の転倒ます流出水を5ℓポリ容器で受けるとともに、約1週間設置後、ロート部、ろ水器(トラップ部)、転倒ます部を純水で洗浄し、その洗浄水もポリ容器に受け、試料とした。試料を採取した期間は1986年10月20日から1987年10月27日までであり、試料数は53である。採取地点は富山県立技術短期大学の新合同講義棟(鉄筋コンクリート2階建)屋上である。分析方法等の詳細は文献³⁾を参照された。

3. 結果および考察

3.1 負荷量に関する基礎統計

Table 1, 2 は、それぞれ、降水および全降下物による負荷量の平均、標準偏差、変動係数、最大値、最小値およびデータ数を示したものである。Table 1, 2 の負荷量は1週間あたりの値であるので、TNの年間負荷量を平均値から換算すると、降水による負荷量が1100 kg/km²/y、乾性降下物による負荷量が398 kg/km²/y、全降下物による負荷量が1490 kg/km²/yである。田淵・高村⁴⁾によると、通年調査で求められた日本の各地(4地点)における降水による負荷量は1020~1840 kg/km²/yであり、本研究で得られた負荷量はその範囲に含まれている。一方、乾性降下物、全降下物によるTN負荷量の調査報告は見られない。

本研究におけるTPの年間負荷量は、降水による負荷量が17.1 kg/km²/y、乾性降下物による負荷量が33.8 kg/km²/y、全降下物による負荷量が45.5 kg/km²/yである。田淵・高村によると、降水による負荷量は50~60 kg/km²/y(通年、3地点)である。一方、服部ら²⁾によると、全降下物による負荷量は25.2~45.5、平均31.8 kg/km²/y(9年間、筑波)であり、地域や年度による相違が大きいようである。本研究で得られた負荷量は同程度の値となっている。

3.2 降水および乾性降下物による負荷量の大小比較

降水による負荷量と乾性降下物による負荷量の比率についてみる(Table 3)と、比率が5以上、すなわち、降水による負荷量が乾性降下物の5倍以上となっているのは、Cl⁻、SCOD、EC、NO₂-N、SONであり、すべて溶解性の項目である。とくに、Cl⁻の場合は乾性降下物による負荷量が0である。比率が2~5を示すのは、NH₄-N、SN、TON、TN、INというようにすべて窒素の項目であるが、totalの項目も含まれている。比率が1~2を示すのは、TCOD、PN、PONであり、窒素の場合懸濁性でも降水の方が多くなっている。一方、比率が1以下、すなわち、乾性降下物の方が多くなっているのは、PP、SS、NO₃-N、TP、

SP, PCODであり, リンの各形態, 懸濁性の項目およびNO₃-Nである. 他の窒素の項目すべてについて降水の方が多くなっているのと比較すると, NO₃-Nは特異的である.

3.3 降水中の組成

まず, CODについてみると, SCOD/TCOD=0.788であり, 降水中CODの約80%が溶解性であることがわかる. 次に, 窒素についていうと, SN/TN=0.870, SON/TON=0.784 であり, 降水中TNの約90%, また, TONの約80%が溶解性である. また, IN/TN=0.412, NH₄-N/IN=0.821, NO₂-N/IN=0.026, NO₃-N/IN=0.153 である. したがって, 降水中TNの約40%がINであり, その約80%がNH₄-N, 約15%がNO₃-Nである. 安部¹⁾による NH₄-N/IN=0.527, NO₃-N/IN=0.430と比較すると, NH₄-Nの寄与が大きいことがわかる. 一方, リンについてみると, PP/TP=0.617 であり, 降水中TPの約60%が懸濁性であり, COD, 窒素と違ってリンの場合, 粒子状での寄与が大きいといえる.

4. おわりに

降水および乾性降下物による負荷量に関して, 1週間毎, 通年の調査を実施した. 得られた結果から, 負荷量の統計的特性を解明し, 2, 3の知見を得た. 今後, ①気候, 土地利用, 大気汚染等の地域特性と負荷量との関連解析, ②降水と乾性降下物との分離採取, など考えていきたい.

<参考文献> 1) 安部(1988) 国公研研究報告, 第116号. 2) 服部編(1988) 湖沼汚染の診断と対策, 日刊工業新聞社. 3) 奥川(1989) 富山技短大研報, 第23巻. 4) 田淵, 高村(1985) 集水域からの窒素・リンの流出, 東京大学出版会.

Table 1 The statistics of loadings by precipitation. Unit: EC-10³m³ μS/cm/km², the others-kg/km².

Item	Mean	Standard deviation	Coefficient of variation	Maximum	Minimum	Number of data
EC	1000	1150	1.15	5930	0.00	51
Cl ⁻	132	232	1.75	1180	0.00	51
SS	96.3	148	1.54	740	0.00	51
TCOD _{c,r}	180	164	0.912	849	0.00	51
SCOD _{c,r}	152	135	0.886	649	0.00	51
PCOD _{c,r}	41.1	76.7	1.87	352	0.00	51
TN	21.1	15.6	0.740	78.9	0.00	51
SN	18.8	14.4	0.770	70.9	0.00	51
PN	2.79	4.05	1.45	23.1	0.00	51
TON	12.4	9.09	0.732	38.5	0.00	51
SON	10.1	7.68	0.758	32.5	0.00	51
PON	2.79	4.05	1.45	23.1	0.00	51
IN	8.67	7.76	0.895	38.4	0.00	51
NH ₄ -N	7.31	6.71	0.918	34.1	0.00	51
NO ₂ -N	0.233	0.153	0.658	0.543	0.00	51
NO ₃ -N	1.37	1.60	1.17	7.13	0.00	51
TP	0.328	0.636	1.94	3.52	0.00	51
SP	0.151	0.367	2.42	1.50	0.00	51
PP	0.244	0.394	1.61	2.26	0.00	51

Table 3 The ratio of loadings by precipitation to loadings by dry fallout.

Item	Ratio
EC	10.3
Cl ⁻	∞
SS	0.645
TCOD _{c,r}	1.59
SCOD _{c,r}	14.5
PCOD _{c,r}	0.400
TN	2.76
SN	3.32
PN	1.41
TON	3.28
SON	5.61
PON	1.41
IN	2.26
NH ₄ -N	4.39
NO ₂ -N	7.37
NO ₃ -N	0.636
TP	0.505
SP	0.417
PP	0.853

Table 2 The statistics of loadings by total fallout. Unit: EC-10³m³ μS/cm/km², the others-kg/km².

Item	Mean	Standard deviation	Coefficient of variation	Maximum	Minimum	Number of data
EC	1100	1140	1.04	5960	81.2	51
Cl ⁻	132	232	1.75	1180	0.00	51
SS	229	152	0.663	896	72.8	51
TCOD _{c,r}	288	158	0.548	879	7.96	51
SCOD _{c,r}	161	136	0.841	652	0.00	51
PCOD _{c,r}	127	85.2	0.671	456	7.96	51
TN	28.6	14.8	0.518	78.9	4.06	51
SN	24.3	13.9	0.572	72.4	3.63	51
PN	4.30	4.40	1.02	25.1	0.00	51
TON	16.1	8.85	0.550	39.5	0.334	51
SON	11.8	7.70	0.654	33.0	0.00	51
PON	4.30	4.40	1.02	25.1	0.00	51
IN	12.5	7.29	0.583	39.4	3.58	51
NH ₄ -N	8.96	6.51	0.727	34.5	1.43	51
NO ₂ -N	0.264	0.151	0.572	0.567	0.00	51
NO ₃ -N	3.28	1.78	0.541	9.37	0.472	51
TP	0.872	0.669	0.766	4.15	0.215	51
SP	0.393	0.415	1.06	1.75	0.00	51
PP	0.479	0.424	0.886	2.54	0.00	51