

1. はじめに

下水道整備などの進展と共に、家庭、商店、工場などの汚濁源（点源負荷）からの負荷量が減少しているにもかかわらず、湖沼などの閉鎖性水域の水質は改善されず、富栄養化が進行している。この原因の一つとして考えられるのは、面源から排出される汚濁負荷（面源負荷）である。しかしながら、面源負荷は、市街地、農地、森林などから負荷が発生するものと考えられており、把握するのは困難であるため、その実態はよく分かっていない状況にある。

本研究では、森林からの面源負荷を把握することを目的としており、宮城県仙台市青葉区の東部に位置する東北大学植物園内を流れる小河川を対象とし、原則として6月～12月に月一回の頻度で水質調査を6年間(2010年～2015年)行い、晴天時における森林域からの流出特性について考察した。

2. 方法

2.1 調査対象区域

調査対象区域は、宮城県仙台市青葉区の東部に位置する東北大学植物園内の小河川である。この地域は、長年にわたり森に人の手が加わることはほとんどなく、そのために、大都市内では稀にみる貴重な自然林が残され、植物園としては日本で初めて天然記念物に指定された。従って、本研究の目的である森林域からの流出特性を調査するための適地であると考えた。植物園内には、裏沢、本沢、深沢の3つの流域があるが、その中でも1番大きな流域面積をもつ本沢を調査対象とした。図1と表1に示したように下流からA, B, C, D, Eの採水地点を設け、水質調査を行った。

2.2 L-Q 式の算出方法

L-Q 式は負荷量と流量の関係式であり、得られたデータを元にCOD、T-N、T-Pの各負荷量の特徴を下記の(1)式を用いて、A地点における2010年～2015年までのデータを用いて計算した。

ここに、A：流域面積(km²)、L：負荷量(g/h)、Q：流量(m³/h)、a、b：係数であり、b<1：希釈型、b>1：洗い出し型、b≒1：濃度一定型である。

$$\left(\frac{L}{A}\right) = a \left(\frac{Q}{A}\right)^b \quad \dots \dots (1)$$

2.3 先行降雨係数(APF)の算出方法

採水当日の流量にどれぐらい前の降雨が影響を与えるのかを知るために先行降雨係数を用いて検討を行った。下記の(2)式で、2010年～2015年までの気象庁の降雨量データを用いて計算した。

ここに、R_t：対象とする採水日のt日前の日雨量(mm)、t：採水当日からの日数である。

$$APF = \sum_{t=1}^k \left(\frac{R_t}{t}\right) \quad \dots \dots (2)$$

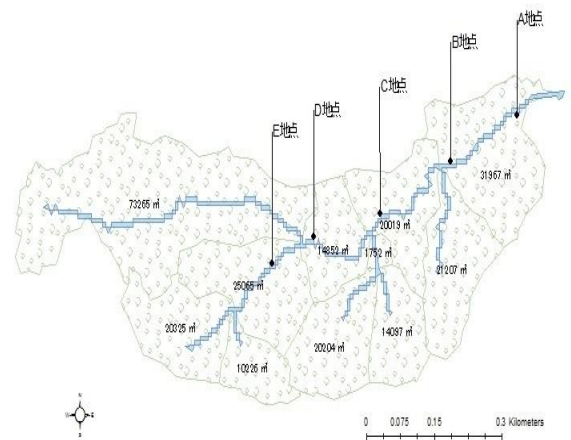


図1 本沢流域と測定地点

表1 各地点の概要

測定地点	累計距離(m)	流域面積(m ²)
A	520.9	252,979
B	384.9	231,772
C	215.6	190,546
D	68.9	139,641
E	0	66,376

キーワード：流出特性、晴天時、L-Q 式、先行降雨係数

連絡先：仙台市太白区八木山香澄町 35-1 東北工業大学 工学部 都市マネジメント学科 TEL：022-305-3537

3. 結果と考察

3.1 晴天時の水質

図2に2010年から2015年までの年平均水質を示した。①流量は下流へ行くにつれて増加しており、全体的に年々減少している傾向にある。またA地点を見ると、2014年の6.00(m³/h)は、2010年の13.24(m³/h)に比べて約半分の流量になっている。原因のひとつとして、2011年の東北地方太平洋沖地震や2015年の関東・東北豪雨による地形的な変化、または降水量による影響と考えられる。②T-Pは0.035(mg/L)から0.952(mg/L)間で安定している。③CODは下流へ行くにつれて増加しており、各地点の濃度は安定している。しかし、他と比べてA地点のみ2011年の3.59(mg/L)から2012年の4.93(mg/L)と増加した後、高い濃度を維持している。④T-Nは下流へ行くにつれて減少傾向にあり、各地点の濃度は安定している。しかし、2015年の上流側のD、E地点では1.452(mg/L)、1.667(mg/L)と高く、前年に比べて2倍に近い値となった。⑤NO₃-NはT-Nの大部分を占めており、下流へ行くにつれて減少傾向にある。⑥有機性-Nは2015年に増加し、2015年のE地点では1.062(mg/L)で、前年の0.293(mg/L)の4倍近い濃度になった。原因として上記の流量と同じであると考えられる。

3.2 L-Q式による水質負荷流出特性解析

表2にA地点における各項目のL-Q式で算出した係数a,bの結果を示した。結果をみると、ほとんどの項目がb<1となり希釈型となり、TOCとCODはb>1となり洗い出し型となった。しかし、有機性-Nは決定係数が低いため、今後も晴天時のデータを収集する必要がある。

3.3 APFによる先行降雨の影響解析

採水当日の流量に、どれぐらい前の降雨が影響するのかを検証した。その結果を図3に示す。また、図4に流量とAPF11(検証の結果から11日前までの雨量を考慮した)の関係を示した。

図3をみると、11日ではA、B、C地点の値が上昇した。A、B地点のRは0.31と0.29と低く相関はみられないが、C地点では0.49と相関がみられた。

図4をみると、APF11が増加すると、流量が増加するようにみえるため、植物園では11日前までの降雨量を考慮する必要がある。

4. おわりに

- 1) 上流側における有機性-Nは自然災害の影響で地形的変化が起こると増加する傾向にあると思われる。
- 2) L-Q式から、ほとんどの項目が希釈型であることが分かり、流量によって変化する傾向にあることが分かった。
- 3) 先行降雨係数(APF)から、流量に影響を与える雨量は、採水当日から11日前であることが分かった。

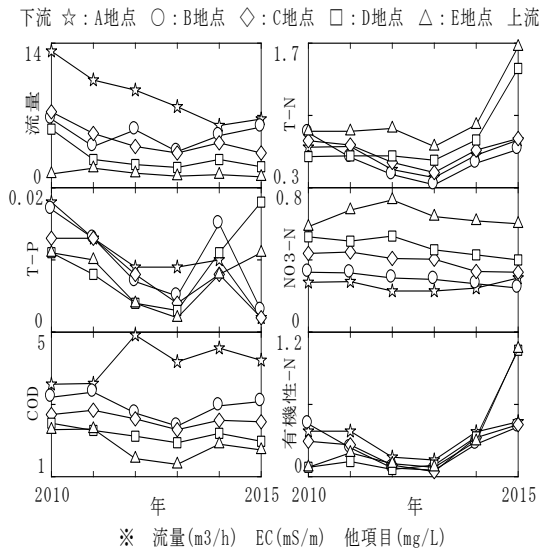


図2 各項目の経年変化(2010年～2015年)

表2 A地点におけるL-Q式の結果

水質項目	a	b	決定係数R ²
T-N	6.210	0.566	0.614
NO ₂ -N	73.465	0.269	0.720
NO ₃ -N	5.511	0.837	0.889
NH ₄ -N	35.071	0.160	0.820
有機性-N	0.330	0.960	0.240
T-P	45.363	0.231	0.621
TOC	0.037	2.250	0.780
COD	0.134	1.118	0.816

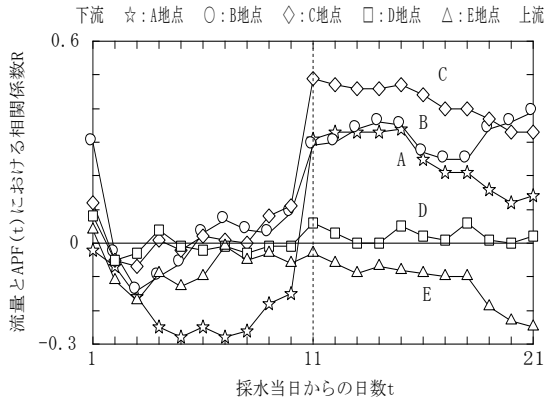


図3 APFの検討結果

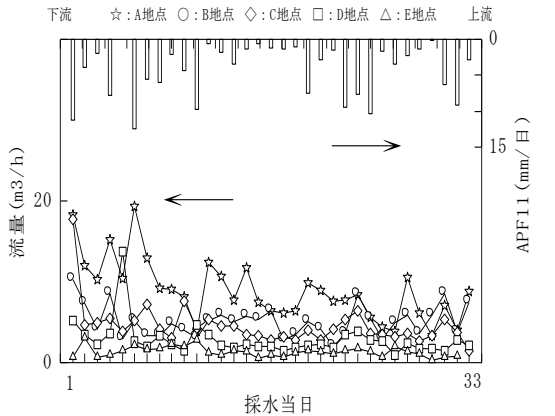


図4 流量とAPF11の関係