

人工内湖の性能評価に 流入汚濁負荷推定方法が与える影響

環境計画研究室 片山亮

1.はじめに

人工内湖とは、湖の流入河川の河口部に設けられた一時的な貯水池であり、施設内で流域からの流出水中の汚濁物質を沈殿効果により、直接湖内に流入する汚濁物質を減らし、水質浄化効果をねらった施設である(図 1)。

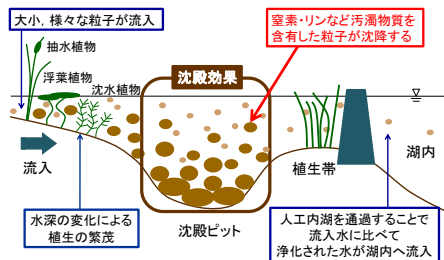


図 1: 人工内湖の汚濁除去メカニズム

人工内湖の主な汚濁負荷削減メカニズムは懸濁態物質の沈降であり、懸濁態物質は粒径や栄養塩含有量も様々で流域から流出する懸濁態物質の粒径別汚濁負荷推定が重要であると考えられる。そこで、対象河川・農業排水路の流出水調査から懸濁態物質の粒径別流出特性および栄養塩含有量、流出水中での挙動など推定評価方法の異なるいくつかの負荷量流出モデルを構築、人工内湖設置を想定した流入河川や施設面積、負荷量推定評価方法などのシナリオ解析を行い、人工内湖の性能を汚濁除去効果や維持管理の観点から事前評価するにあたり、重要な因子を明らかにすることを目的とした。

2.研究方法

本研究は大きく二つに分けることができる。流域からの汚濁負荷流出を考慮した評価方法の異なる数種類の汚濁負荷推定モデル構築と人工内湖の設置を想定した汚濁負荷削減効果および維持管理効率といった性能評価のシナリオ解析である。

流域からの流出汚濁負荷推定では、対象河川・農業排水路の流出水調査、底質調査結果に基づき流出水中での懸濁態物質の挙動を考慮したいくつかの汚濁負荷推定モデルを構築、降雨量を条件としたタンクモデルにより推定した経時流量を用いて対象流域からの流出汚濁負荷量を算定した。

人工内湖の性能評価に関するシナリオ解析は、汚濁除去効果に関するシナリオ解析、維持管理効率に関するシナリオ解析の 2 種類を行った。

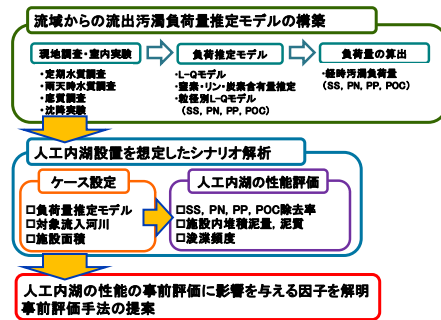


図 2: 本研究の流れ

3. 流域からの流出汚濁負荷推定

本研究の対象地点は湖山池南岸に位置する長柄川右岸流域とし、長柄川、枝川、3ヶ所の排水路の 5ヶ所を調査対象に加え、窒素・リン・炭素含有量の測定のため長柄川、枝川、2ヶ所の排水路の河床にて底泥を採取、枝川にて沈降性確認実験のため採水を行った。これらの観測値から汚濁負荷推定モデルを構築した。懸濁態物質の粒径に応じた水中での挙動、流出特性を考慮するか否かとして、考慮する「粒径別 SSL-Q モデル」、考慮しない「代表粒度 SSL-Q」を提案し、さらに SS の流出特性を考慮するか否か、栄養塩流出量の推定には、粒径別含有量を考慮するか否かという観点から数種類の負荷推定モデルを構築した。図 3 に流域から流入する SS 負荷量の一例として、粒径別 SSL-Q モデル×天候別・季節別 2 区分 3 区分・流出特性区分なしの 4 ケースの組み合わせによる推定結果を示す。

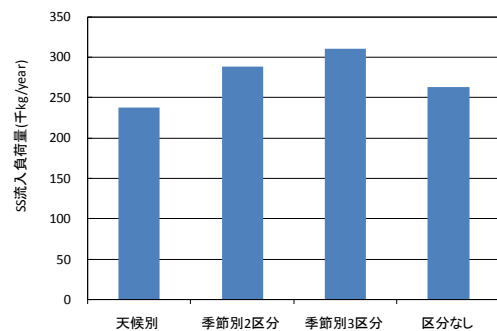


図 3: 流出特性区分ごとの SS 年間負荷量推定結果

4.人工内湖の性能に影響を与える因子の把握

これら構築した汚濁負荷推定方法と施設面積、流入河川を条件としたシナリオ解析結果より人工内湖の汚濁除去効果、維持管理の事前評価に大きな影響を与える因子を検討した。汚濁除去効果を解析したシナリオを表1に示す。

表1: 負荷量推定方法と流入河川によるシナリオ

ケース	SS負荷量推定モデル	流出時期区分	N・P・C負荷量推定モデル	対象河川	施設面積
1	粒径別SS	天候区分	粒径別含有量(度)	枝川, 22, 23, 24排水路	60000m ²
2			粒径別含有量(度+沈)		
3			含有量一定		
4			粒径別含有量(度)		
5		粒径別含有量(度+沈)	長柄川, 枝川, 22, 23, 24排水路		
6		含有量一定			
7		粒径別含有量(度)			
8		粒径別含有量(度+沈)			
9		含有量一定	枝川, 22, 23, 24排水路		
10		粒径別含有量(度)			
11		粒径別含有量(度+沈)			
12		含有量一定			
13		粒径別含有量(度)	長柄川, 枝川, 22, 23, 24排水路		
14		粒径別含有量(度+沈)			
15		含有量一定			
16		粒径別含有量(度)			
17		粒径別含有量(度+沈)	枝川, 22, 23, 25排水路		
18		含有量一定			
19		粒径別含有量(度)			
20		粒径別含有量(度+沈)			
21		含有量一定	枝川, 22, 23, 26排水路		
22		粒径別含有量(度)			
23		粒径別含有量(度+沈)			
24		含有量一定			

人工内湖による汚濁除去効果のシナリオ解析の結果、施設負荷除去率に最も大きな差が表れたのは、流出特性区分ごとに除去率の比較を行ったケースである(図4)。なお、グラフ横軸は表1に示したシナリオのケース番号と対応している。流出特性区分は天候、季節による粒径ごとの流出割合の変化による区分であり、流出特性区分が汚濁負荷除去効果に大きな影響を与えるということは、つまり流出水中の粒度分布の影響が汚濁除去効果に大きな影響を与えるということである。

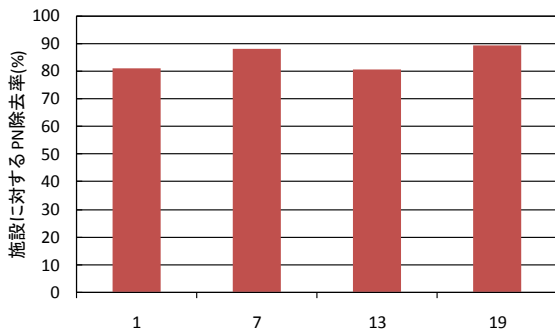


図4: 流出特性区分ケースごとのPN除去率の比較

次に、維持管理の手法として人工内湖内に堆積した底泥の浚渫効率の検討を行った。枝川河口部に沈殿ピットを設置し、一定の水深になったところで浚渫を行うと仮定した。表2に浚渫頻度に関するシナリオを示す。また、沈殿ピットに堆積したSS量から堆積厚を算出した結果を図5に示す。なお、()内は沈殿ピットによるSS除去率を示した。

表2: 汚濁負荷推定方法による浚渫効率のシナリオ

ケース	SS負荷量推定モデル	流出時期区分	N・P・C負荷量推定モデル	対象河川
A	粒径別	天候区分	粒径別含有量(度)	枝川, 23排水路
B			粒径別含有量(度+沈)	
C			含有量一定	
D		季節2区分	粒径別含有量(度)	
E			粒径別含有量(度+沈)	
F			含有量一定	
G		季節3区分	粒径別含有量(度)	
H			粒径別含有量(度+沈)	
I			含有量一定	
J		区分なし	粒径別含有量(度)	
K			粒径別含有量(度+沈)	
L			含有量一定	

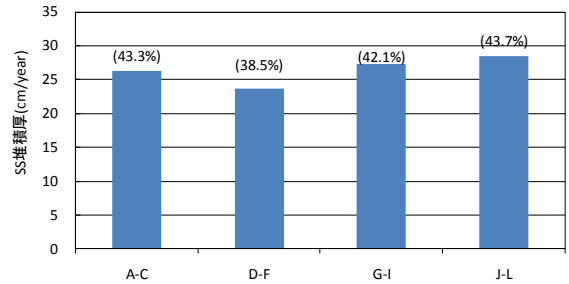


図5: ケースごとのピット内堆積厚とSS除去率の比較

図5を見ると、沈殿ピットに堆積するSSは、24cm/年~28cm/年と汚濁負荷推定モデルによって堆積厚に差が表れ、沈殿ピットの水深が一定値に達した時点で浚渫を行うとすると、堆積厚の差から浚渫頻度に影響を与えると考えられる。

除去率に関して見ると、ケースによって39%~44%と差が生じたが、ケースD-F以外のケースではほとんど変化しない結果となった。図3に示した流入負荷量では、季節2区分(ケースD-Fに相当)や季節3区分(ケースG-Iに相当)で高い値を示したことを考慮すると、沈殿ピット内に沈降しにくい微細粒径の割合が大きかったと考えられる。よって、微細粒子の割合をどのように評価するかによって、浚渫効率に差が表れると推測できる。

5. 終わりに

このように、選択する汚濁負荷推定方法によって人工内湖の汚濁負荷除去効果や浚渫頻度といった維持管理に明確な差が生じることが明らかとなった。これら、人工内湖の性能を事前に評価するに当たり、その評価に大きな影響を与える因子の一つとして、流入対象河川からの懸濁態物質の粒径ごとの粒度分布評価方法である可能性が示唆された。したがって、人工内湖の性能を事前に評価する際、粒度分布の把握を行うため季節や天候の変化を考慮した基礎調査が必要であると考えられる。