

雨の庭のための流出のモデリング 流出量の縮小と汚染物質除去率を決定する

水質浄化法（CWA）のセクション 319 による点源汚染管理プログラムの助成金は、自治体の分離式下水道（MS4）へと排水される雨水流出の水質を向上させるために、オーロラ市に対しイリノイ州環境保護庁（IEPA）から発行された。それは最終的に、フォックスリバーへと排出される。プロジェクトの一環として、五つの水文学的機能が接続された生物ろ過設備は、フォースストリートとルートのストリートの間で、（一般的に雨の庭として知られている）サウスパークウェイ内のスプリングストリートに沿って建設された生物ろ過設備につながっている。ひとつの生物ろ過設備は 60 フィートであり、そして残りの 4 つは 50 フィートの長さである。すべての生物ろ過設備は、二つの生物ろ過設備の間にドライブウェイがあることを除けば、11 フィート幅で二つの連続した設備の間に 8 フィートのギャップを持っている。生物ろ過設備は、道路の縁石と歩道との間に平行に設置されている。設備は通りからだけでなく、歩道からも歩道の先に広がるオープンな芝生からも流出水を受け取るように設計されている。大雨が降ると、二つの設備にある溜池域を経由して別々のプロジェクトの一環として、雨の庭の下に構築された雨水排水管に達するまで、いずれかの設備から別の設備へとオーバーフローする。



図 1. 写真は 2010 年 6 月 28 日撮影 北西向

これらの生物ろ過設備は、雨水浸透、汚染物質の除去、および自生の低木、草、そして花などを植えた培地を提供するように、適切な基材を用いて設計されている。生物ろ過設備の植え付けは、花（植物苗と種子のミックス）とオート麦、ヴァージニアワイルドライ、1 年草のライのような被覆作物の種からなる草原で構成されている。サイドウォークの芝生に沿って歩けるように、歩行者用ウォークスルーや緩衝地帯の 50% は、ケンタッキーブルーグラス 98/85 で構成されている。生物ろ過設備の低木は、灰色ハナミズキとナニーベリーからなっている。

モデリング

除去すべき面源汚染物質は、特定の固体、総固体、特にリン、総ケルダール窒素、金属（総銅、総鉛、総亜鉛）、ろ過可能なアンモニア、及び糞便性大腸菌の細菌である。それらは雨の庭が作られる前に、設計し、モデル化される必要があった。流出から汚染物質を除去における生物ろ過の効率は、二つのアプローチとその結果を用いてモデル化された。

最初のアプローチは、源負荷管理モデル（SLAMM）であり、二つ目は、IEPA によって開発された都市流出ワークシートである。SLAMM は、生物ろ過設備の汚染物質削減率を決定するための主なモデルであった。SLAMM 管理



図 2. 写真は 2010 年 6 月 28 日撮影 南東向

ツールは、降雨事象に起因する表面水の流出における都市モデルの汚濁負荷であり、そしてそれはまた、汚染物質を除去する際に、制御装置の効率を研究するために使用することができる。



図 3.と図 4. 2010 年 7 月写真撮影 南西

1、2、3 の最初の生物ろ過設備三つは、直列に接続されており、システム 1 としてモデル化された。水を捉える 1、2、3 のエリアからの流出は、それぞれ、1、2、3 の生物ろ過設備を流れる。そして、生物ろ過設備 3 のなかにある溜め池へと流れ込む。システム 1 のためにモデル化した面積は、約 0.49 エーカーである。生物ろ過設備 4 は、一連の生物ろ過設備 5 に接続し、両方はシステム 2 としてモデル化された。流域面積 4 と 5 からの流出は、それぞれ、生物ろ過設備の 4 と 5 に入り、それぞれ次に、生物ろ過設備の 5 にある溜池に入る。システム 2 としてモデル化された全面積は、およそ 0.75 エーカーだった。

Table 1. Constituent Removal Rates for Systems 1 and 2		
Constituent Removed	% Reduction (System 1)	% Reduction (System 2)
Particulate solids	88	85
Total solids	85	75
Particulate phosphorus	89	86
TKN	84	73
Total copper	91	89
Total lead	90	87
Total zinc	88	83
Filterable ammonia	85	68
Fecal coliform bacteria	83	67

設計自然資源保全サービス (NRCS) の土壌データベースによると、元もとの土壌はシルトロームである。降雨事象に基づいた降雨データは 1999 年 12 月 27 日から 1997 年 12 月 27 日の間の、モリーン、イリノイ州からのものである。この期間中に記録された最大降雨事象は 4.13 インチである。イリノイ州モリーンの降雨データを使うことで理論の背後を正当化しようとしたが、SLAMM のモデルのための降雨データはなく、それは、シカゴの都市エリアをモデリングすることができなかった。さらに、インターネットの情報源は、モリーンがオーロラ市と同じような降水量の気候を持っていることを示唆し、モリーンはオーロラに似て、年間平均降水量 (3.17 インチ)、IL は (3.20 インチ) であることを示している。モリーンとオーロラの最大の月平均降水量はまた、モリーンは 4.63 インチ、オーロラは 4.39 インチと、これまた非常に匹敵するものである。

された土壌 1 フィート (堆肥混じり砂) が、各生物ろ過設備の下部に使用されている。各生物ろ過制御装置は、モデルの入力値として提供されているパラメータが一式ある。



図 5. 2010 年 6 月 28 日写真撮影 北西向き

結果

システム 1 の SLAMM によるモデリングは、3 つの雨の庭に流入した降雨流出量が、29083 立方フィート (2 年間のモデリングの期間中)、そのうちのわずか 5333 立方フィートが、生物ろ過設備 3 にある溜め池流域へとオーバーフローしたことが示された。雨の庭への浸透のために失われた水の割合は、82% だった。生物ろ過設備内での粒子状固体の減少は 88% であった。表 1 の 2 列目は、システム 1 を入力して年間あたりのポンドに基づいて様々な成分の除去率を示している。システム 2 の場合、2 つの雨の庭に流入した降雨流出量は 36855 立方フィート (2 年間のモデリングの期間中) で、そのうちのわずか 12817 立方フィートが生物ろ過設備 5 にある溜め池流域にオーバーフローした。雨の庭への浸透による水の損失は 65% であった。

生物ろ過設備による粒子状固形物の削減は、85% であった。表 1 の 3 列目は、システム 2 を入力して年間あたりのポンドに基づいて様々な成分の除去率を示している。

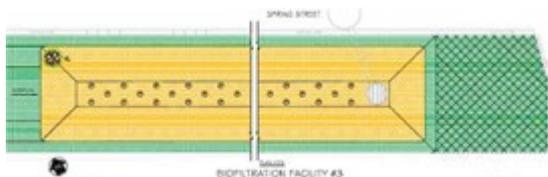


図 6. 雨の庭 3

オレンジ色の部分は、花の種子のミックスと緑のバッファー用の種。低木は、そこよりもっと北に配置され

ている。貯留池の底部領域にある緑色のエリアは、バ
ッファのシードミックスを示しており、溜池流域は南東
になる。

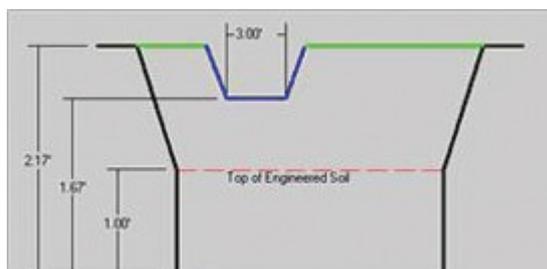


Image: Courtesy of SLAMM

図 7. バイオフィルター形状回路図

SLAMM モデルの結果によると、「降雨流出によって水の
影響を受けることは」、レインガーデンがある場合は良く、
ない場合には好ましくない。雨水の流出による影響を与え
ます”。システム 1 の各生物ろ過設備に水が溜まっている
総滞留時間の平均は 8.95 時間で、システム 2 の場合には
10.78 時間であった。システム 1 の最大総滞留時間は 61.3
時間であり、システム 2 では 62.7 時間であった。

IEPA のワークシートが SLAMM モデルの結果との比較
チャートとして使用された。IEPA のワークシートとは、
IEPA によって開発された都市流出のワークシートである。
IEPA は、このワークシートが CWA のセクション 319 で

賄われ提案された各 BMP のための最良管理実践 (BMP) 申請書と併せて使用する必要がある。これは、
入力に基づいて粒子状固体の削減率を計算する非常に単純なワークシートである。IEPA のワークシ
ートと SLAMM モデルの結果の比較は、SLAMM モデルでは粒子状固体の 88% の削減があり、システム
1 における IEPA モデルでは同様の粒子状固体が 76% 削減したことを示した。システム 2 の場合は、
SLAMM モデルでは粒子状固体の 85% の削減が、IEPA のモデルでは同様の場合 75% の削減があった。
SLAMM モデルの結果は、IEPA モデルの結果と比較すると、粒子状固体の減少率が高くなった。これ
は、二つのモデルに続く、また異なるモデリングアプローチを与えられ理解されている。

レインガーデンは、フォックスリバーへの総表面流出量を減らすのに有益であることが結論づけられた。
オーロラ市は、少なくとも 10 年の間、スプリングストリートレインガーデンの定期的な点検とメンテ
ナンスを行うよう努めている。