

Ⅳ-360

GISによる下水熱有効利用ポテンシャルの解析

東京大学先端科学技術研究センター 正員 一ノ瀬 俊 明  
 日本生命 北 村 英 也  
 (株)富士通エフ・アイ・ピー 正員 川 原 博 満  
 東京大学先端科学技術研究センター 正員 花 木 啓 祐  
 東京大学工学部 正員 松 尾 友 矩

1 下水道システム・シミュレーションモデルの概要

都市活動に伴い発生する下水については、ヒートポンプにより温熱エネルギー（暖房用及び給湯用）を回収することが可能である。こうした未利用エネルギーを都市内で有効に再利用するためのヒートポンプの立地について、東京23区をフィールドに最適施設配置の検討を行った。今回解析のために開発された「下水道システム・シミュレーションモデル」は土地利用種、建築階数に関するラスターデータや、下水道幹線座標のポリゴンデータを有し、各種算定機能やマップ表示機能を備えたものであり、GIS(地理情報システム)としての特徴を有している。また、東京都都市計画局（1986）から求められた250mメッシュ毎の建物用途別床面積、業種別単位床面積当たりエネルギー消費量（一ノ瀬ら，1994b）に加え、建物用途別の熱負荷データ（東京都環境保全局，1991）等を主な入力データとしている。

都市内未利用エネルギーの有効利用に当たっては、未利用熱と熱需要との時空間的な整合性が確保されなければならない。本シミュレーションモデルは、250mメッシュ毎の熱需要量の計算、下水道幹線結合点メッシュにおける下水流量の計算、結合点及び周辺メッシュにおける下水熱回収可能量の計算に加え、任意のメッシュにおける利用可能な温熱量の計算等を行うことができる。このモデルのシステム機能の概要と処理フローは前報（一ノ瀬ら，1994a）に紹介したとおり。

建物用途別単位床面積当たりの下水量発生原単位を家庭系10（1/m<sup>2</sup>/day）、業務系20（1/m<sup>2</sup>/day）、工業系50（1/m<sup>2</sup>/day）と仮定し、これらをもとに下水道幹線上の任意のメッシュにおける流量の年平均値（1時間当たり）を求め、実測流量に比較的近い値を示した落合、三河島、小菅、中川処理区をケーススタディーの対象として選定した。

2 東京23区における温熱需要量の算定

エネルギー消費については業種別・用途別・季節別・時刻別の単位床面積当たり原単位が一ノ瀬ら（1994b）に示されているが、温熱需要については東京都での実測にもとづく通年平均の原単位（東京都環境保全局，1991）が建物用途毎に与えられているのみであり、エネルギー消費量から熱需要量への換算に当たっては暖房機器等のCOP（成績係数）

Tab.1 業種別年間負荷（Mcal/m<sup>2</sup>/年）

| 都・環境保全局（1991） | 冷房  | 暖房  | 給湯  | 業種        |
|---------------|-----|-----|-----|-----------|
| 事務所           | 44  | 29  | 3   | 事務所       |
| 商業            | 120 | 30  | 2   | 専用商業施設等   |
| ホテル           | 106 | 150 | 20  | 宿泊・遊興施設   |
| 病院            | 44  | 91  | 136 | 厚生医療施設    |
| 教育            | 15  | 46  | 5   | 教育文化施設    |
|               | 113 | 49  | 2   | 住商併用建物*   |
|               | 103 | 19  | 163 | スポーツ・興業施設 |
|               | 7   | 32  | 48  | 専用独立住宅    |
|               | 5   | 17  | 48  | 集合住宅      |

\*：商業（50％）部分

を乗じることが必要である。よってここでは両者の通年平均値の比を仮想的なCOPと考え、これをエネルギー消費原単位に乘じることにより、業種別・用途別・季節別・時刻別の単位床面積当たりの温熱需要の原単位を作成した。なお以下で考える温熱需要は家庭部門及び業務部門のものに限定する。通年平均の原単位（年間負荷）及び業種分類との対応関係をTab.1に示す。東京都環境保全局（1991）のみでは明らかでない部分もあるため、大阪ガス（1991）等の資料を補完的に用いた。

本シミュレーションモデルにおいては、250mメッシュ毎の温熱需要量は次式によって求められる。

$$HH=0.24 \times \sum \{Si \times (HEUi \times HCOPI + WEUi \times WCOPI)\}$$

HH (Kcal/hour) : 温熱需要量

0.24 (cal/J) : 変換係数

Si (m<sup>2</sup>) : 業種 i の床面積

HEUi (KJ/m<sup>2</sup>/hour) : 暖房のエネルギー消費原単位

HCOPi : 暖房の COP

WEUi (KJ/m<sup>2</sup>/hour) : 給湯のエネルギー消費原単位

WCOPi : 給湯の COP

### 3 下水からの回収可能熱量の算定

下水の持つ回収可能な熱量は次式によって求められる。

$$SH = Q \times 5 \times 1,000 \times 1.0$$

SH (Kcal/hour) : 回収可能熱量

Q (t/hour) : 毎時流量 (年平均値など)

5 (℃) : 下水温 - 大気温

1,000 (Kcal/t/℃) : 比熱

1.0 : 回収係数

本シミュレーションモデルでは、こうして求められる回収可能熱量と温熱需要量とを属地的・属時的に比較することが可能である。

本シミュレーションモデルを用い、落合処理区等における主要地点 (主に下水道幹線結合点) での回収可能熱量の算定を行った。新宿区落合処理区をフィールドとした解析 (年平均値による解析, Fig.1) によれば, 1,250m四方を供給対象領域とした場合, 1)地下鉄丸の内線中野富士見町駅周辺, 2)西新宿・東京電力淀橋変電所周辺, 3)落合下水処理場流入地点周辺の3か所にヒートポンプを設置することにより, 最大約55 (Gcal/hour) の温熱を供給することが可能である (Tab.2)。

文献:

一ノ瀬俊明ほか (1994a) : 土木学会年次学術講演会講演要集 2-B, 936-937

一ノ瀬俊明ほか (1994b) : 環境工学研究論文集, 31, 263-273

大阪ガス (株) (1991) : 「建物負荷アータ集」, 354p

東京都環境保全局 (1991) : 「地域暖冷房推進に関する指導要綱」, 240p

東京都都市計画局 (1986) : 「東京都土地利用現況調査事業要綱・要領」

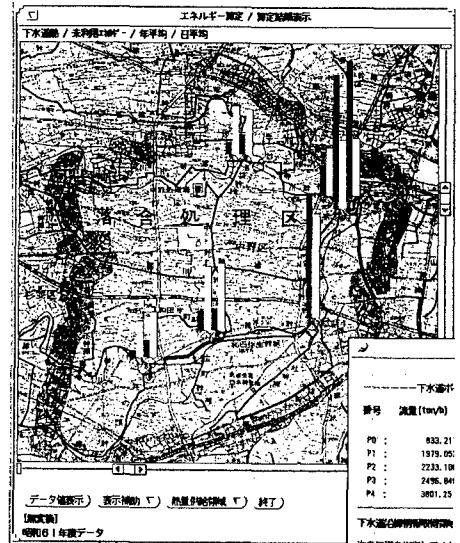


Fig.1 下水道幹線結合点における回収可能熱量と温熱需要量  
黒いバー: 回収可能熱量  
白いバー: 温熱需要量

Tab.2 回収可能熱量の試算

|        | P0 | P1 | P2 | P3 | P4 | P5 | P6 | 回収可能熱量<br>(Gcal/hour) |
|--------|----|----|----|----|----|----|----|-----------------------|
| Case 1 | HP | -- | -- | -- | HP | -- | HP | 48.3                  |
| Case 2 | -- | HP | -- | -- | HP | -- | HP | 50.2                  |
| Case 3 | -- | -- | HP | -- | HP | -- | HP | 54.8                  |
| Case 4 | -- | -- | -- | HP | -- | -- | HP | 36.9                  |

HP: ヒートポンプ設置

P0: 杉並区和田・東園寺周辺

P1: 地下鉄丸の内線中野富士見町駅周辺

P2: 同上

P3: 新宿区西新宿・東京電力淀橋変電所周辺

P4: 同上

P5: 中野区東中野・第六天神社周辺

P6: 新宿区上落合・落合下水処理場周辺