

中国における都市下水道廃熱有効利用に関する研究 (その1) 主要都市の賦存熱量の推計

正会員 ○韋 新東⁽¹⁾
正会員 尹 軍⁽²⁾
正会員 高橋信之⁽³⁾
正会員 高 偉俊⁽⁴⁾
正会員 尾島俊雄⁽⁵⁾

下水道廃熱 賦存熱量 都市類型化

1. 研究の目的

地球環境問題が緊急の課題になって来た今日、豊かな都市環境を実現するためには都市廃熱の利用は不可欠である。中でも下水は安定した水温と水量のため、その有効利用が望まれる。近年、日本の下水道施設における未利用エネルギーとして、未処理水及び処理水の有する熱による地域冷暖房が進められつつある。中国では都市下水道廃熱有効利用に関する研究はみられない。日本における稼動実態データから中国における主要都市下水道廃熱有効利用の可能性を分析することを本研究目的とする。

2. 算定方法

賦存熱量・賦存利用可能総量・投入エネルギー削減量・省エネルギー・省稼動費用・賦存利用可能総温熱量密度はそれぞれ式1~7で計算する。以降の検討においては落合処理場の下水道廃熱利用システムの稼動実績値(冷熱時COP=4.6、温熱時COP=4.3)を用いる。

$$A = B \times C \quad (1)$$

ここで、A: 賦存熱量

B: 下水水量

C: 下水出入口温度差、冷熱時下水出入口温度差は5℃、温熱時下水出入口温度差は3.3℃とする

$$D = A \times F / (F + 1) \quad (2)$$

ここで、D: 賦存利用可能総冷熱量

F: (冷熱時) COP

$$G = A \times H / (H - 1) \quad (3)$$

ここで、G: 賦存利用可能総温熱量

H: (温熱時) COP

$$I = D (G) \times (1/J - 1/F (H)) \quad (4)$$

ここで、I: 空気源と比べる投入エネルギー削減量

J: 空気源COP、空気源冷熱時COPは4、空気源温熱時COPは3.5とする

$$K = (1/L - 1/M/H) \times G \quad (5)$$

ここで、K: ボイラと比べる省エネルギー

L: ボイラ効率、Lは68%とする

M: 電力受電端効率、Mは28%とする

$$N = (1/L - P/H) \times G \times Q \quad (6)$$

ここで、N: ボイラと比べる省稼動費用

P: 電力単価/燃料単価、電力単価/燃料単価は5とする

Q: 燃料単価、燃料単価は0.04元/Mcalとする

$$R = G/S \quad (7)$$

ここで、R: 賦存利用可能総温熱量密度

S: 地区面積

3. 予測結果

中国における主要都市下水道廃熱有効利用に関する賦存熱量・賦存利用可能総量・投入エネルギー削減量・省エネルギー・省稼動費用・賦存利用可能総温熱量密度の算定結果を図1~図2に示す。算定結果により、中国における主要都市下水道廃熱を有効利用すれば、省エネルギー性と、経済性から見ても利用可能性は高い。利用可能総温熱量密度が高ければ、利用可能性も高い。主要都市下水熱の賦存利用可能総温熱量密度の平均値は4.0Mcal/d・km²である。主要都市の熱需要指数が高ければ、利用可能性も高い。賦存利用可能総温熱量密度、温熱需



図1 都市別の省稼動費用に関する予測結果

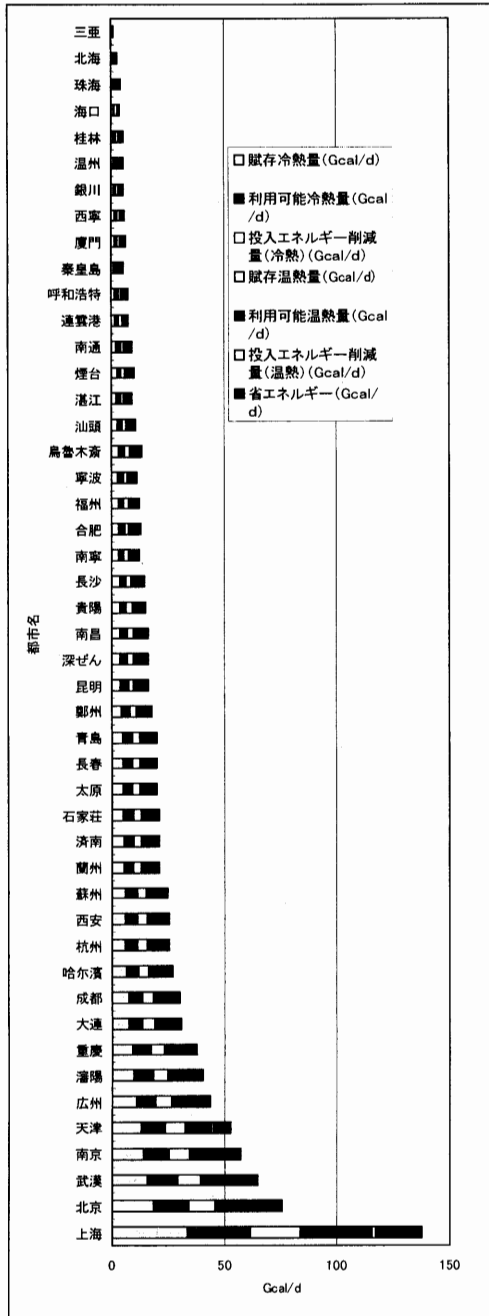


図2 主要都市下水道廃熱有効利用の予測結果

要指数の二つの基本指数を使って、都市化の分類を行う。主要都市のクラスター分析では、表1のように、四つのグループに分類できる。

図1に示すように省稼動費用は4~39円/dとなる。図2による予測結果から、各市の賦存温熱量は、少ない市では0.2Gcal/dで、多い市では22.1Gcal/dとなっている。以下、賦存利用可能総温熱量では0.3~31.6Gcal/d、投入エネルギー削減量は0.02~1.7Gcal/d、省エネルギーは0.2~20.2Gcal/dとなる。また、賦存冷熱量は0.3~33.4Gcal/d、賦存利用可能総冷熱量0.3~27.4Gcal/d、投入エネルギー削減量は0.1~0.9Gcal/dとなる。

表1 温熱の供需による主要都市の類型化

類型	都市名	考察
1類	石家莊、南京、蘇州、上海、南通、杭州、合肥、長沙、南昌、西安、広州、汕頭	賦存利用可能総温熱量密度と温熱需要指数が高い
2類	北京、青島、鄭州、濟南、武漢、温州、重慶、福州、成都	賦存利用可能総温熱量密度は1類型の値より小さく、温熱需要指数は1類型とほとんど同じである
3類	天津、銀川、秦皇島、蘭州、大連、太原、西寧、連雲港、煙台、寧波、貴陽、呼和浩特、長春、ハルビン、瀋陽、烏魯木齊	賦存利用可能総温熱量密度は2類型の値より小さく、温熱需要指数は不一致である
4種	廈門、深セン、南寧、昆明、海口、三亜、瀋江、珠海、桂林、北海	賦存利用可能総温熱量密度と温熱需要指数が低い

4. 終わりに

中国における47ヶ主要都市下水道廃熱有効利用に関する賦存熱量・賦存利用総可能量・投入エネルギー削減量・省エネルギー・省稼動費用は大きい。温熱の供給需要により、四つのグループに分類できる。今回は基礎的なデータについて検討したが、今後はより詳細な解析を行い、下水熱利用システムの特性を分析し、都市全域に設置された場合の効用評価のための資料を作成する予定である。

参考文献：中国国家統計、1996年

*1 早稲田大学理工学総合研究センター客員研究員・修士 Advanced Research Center for Science and Engineering, WASEDA Univ. Mr.
 *2 早稲田大学理工学総合研究センター客員研究員・博士 Advanced Research Center for Science and Engineering, WASEDA Univ. Dr.
 *3 早稲田大学理工学総合研究センター助教授・博士 Prof. Advanced Research Center for Science and Engineering, WASEDA Univ. Dr.
 *4 早稲田大学理工学総合研究センター講師・博士 Advanced Research Center for Science and Engineering, WASEDA Univ. Dr.
 *5 早稲田大学教授・博士 Prof. WASEDA Univ. Dr.