都市エネルギー供給システムにおける未利用エネルギー利用の実態調査および利用可能性の評価　－名古屋市を例にして－

豊橋技術科学大学エコロジー工学系　学生員　○新田　隆志
豊橋技術科学大学エコロジー工学系　正会員　北田　敏廣

1. はじめに

運輸・交通および民生需要の伸びにより、日本では近年なお、エネルギー需要が増加している。CO_2 排出量の削減が必要であることから化石燃料の使用増は避けねばならず、エネルギー最終消費の抑制、一次エネルギーの効率的使用(カスケード利用)、未利用エネルギーの利用などを長期的な視点の下で検討する必要がある。

本稿この状況の下、上の二、三番目の方策に関連して名古屋を対象に冷暖房･給湯による熱需要、未利用エネルギー賦存量の季節変化の推定と、それらを用いての未利用エネルギーの利用可能性を試算した。また、これらをヨーテボリ(スウェーデン)での実現例と比較した。

2.1 名古屋の熱需要と未利用エネルギー

(1)熱需要マップ：未利用エネルギー活用のために熱需要分布と未利用エネルギー賦存量分布が必要となる。熱需要分布については平成元年を対象に用途別建物の床面積にげんたんいを乗ずる形で推定した調査があり、それを基に平成 12 年までの民生用の電気・ガス消費量の伸び率を考慮して推定した(図 1、図 2)。

(2)未利用エネルギー賦存量マップ：下水処理場・清掃工場を対象として行ったアンケート調査を基に未利用エネルギーの可採量を算定し未利用熱源の分布を推定した(図 3、図 4)。

2.2 利用可能性の評価

もっとも一般的な都市施設関連の未利用エネルギー源としてはごみ焼却場と下水処理関連の施設が考えられる。ごみ焼却場では発電が広く行われており有望な未利用エネルギー源であるが現状では極めて偏った位置に立地されているため今回は比較的需要地に近い下水処理施設を中心に検討をおこなった。下水処理水を熱源として地域熱供給をおこなう場合、何%の熱需要を下水処理水で賄うのがもっとも効率がよくなるか算定し、その利用可能性を評価した。現地で空気熱源ヒートポンプを稼動する場合と下水熱源ヒートポンプでくみ上げた熱を搬送する場合の総エネルギー使用量を次式の F で表し、F を最小化する下水排熱利用率(x)をもとめることによって評価した。

$$F=\left(\frac{H(1-x)}{COP_a}+\frac{Hx}{COP_w}+Fp\right)\frac{1}{\eta_G}$$

COPa：空気熱源ヒートポンプの成績係数、COPw:：下水熱源ヒートポンプの成績係数、H：現地の熱需要量　Fp：搬送動力、η_G：発電効率、x：下水排熱利用率
上式において、F が最小となる x が最も効率がよくなる。

3. 結果・考察

(1) 年間熱需要と未利用エネルギー可採量：図 6 に名古屋市(人口 200 万人)および、比較のためにヨーテボリ市(人口 45 万人)の熱需要とそれに対する未利用エネルギー可採量を示す。年間熱需要と可採量を単純に比較すれば、民生熱需要の 30%に相当する量がゴミ焼却(発電分は除いた量)と下水道で可採を意味する。これがあながち荒唐無稽でないことを示すためにヨーテボリ(スウェーデン)の例を挙げた。図のヨーテボリの場合は熱エネルギー供給会社の実績である。天然ガスによるコジェネ分(電気はトラムに売電)もごみ焼却等の未利用エネルギー分が全体の 6 割を越える

(2) 熱需要と未利用エネルギー量のつき変化：未利用エネルギーの利用にあたっては、年間積算量はともかく、需要のタイミングがマッチすることが不可欠である。図 7 は月別の熱需要と未利用エネルギー可採量の変化を需要形態を含めてプロットしたものである。大都市の特徴と思われるが、夏季は冷熱需要が極端に大きく、かつ(月平均値の意味で)気温との差があまり見込めない下水排熱の利用価値が低いので、夏の未利用エネルギーの利用可能性は 7～8%と極めて低くなる。この夏季冷熱の多さがヨーテボリとの大きな違いである。一方冬季は 70%近くになる。

(3) 熱利用分布特性：熱利用のためには需要と可採量の空間分布の検討が必要となる。図 1、2 より冷熱需要が市の中心部に極端に集中しているのに対して温熱需要は比較的広く分布していることがわかる。冷熱需要の 38%を占める業務用建物が市域の一部に極端に集中していること、市域に広く分布している住宅が各熱需要に占める割合が冷熱需要の場合は 15%なのに対して温熱需要においては 68%に達するためである。

一方、未利用エネルギー可採量分布は夏季は図 4 のようにし周辺部のゴミ焼却場のみで、利用がかなり制限される。冬季については図 5 の分布より未利用エネルギーの利用価値があると考えられる。発表時には 2.2 で述べた方法を用い下水排熱について最適な供給範囲について述べたい。

4. 結論

本研究では名古屋市を対象に熱需要、未利用エネルギー可採量について時間特性、空間分布を調べ、未利用エネルギー利用可能性について考察した。このときすでに実システムが稼働しているヨーテボリ市と定量的な比較を行った。その結果 1. 未利用エネルギーの可採量は名古屋市全体の熱需要の 38%にあたること。 2. ただし、夏季の冷熱

キーワード：未利用エネルギー、ヨーテボリ、廃熱利用、分布特性
新田：〒441-8123　豊橋市天伯町雲雀ヶ丘 1-1　　豊橋技術科学大学大学院工学研究科エコロジー工学専攻
E-mail:nitta@earth.eco.tut.ac.jp

需要が大きく(図 7)この時期では最高に見積もっても 7%程度であること。3. 一方冬季については下水処理施設の存在するメッシュの暖房需要をまかなうのに十分な可採量があること等がわかった。 4. ヨーテボリの実現例を見ると、未利用エネルギーを含めて幅広く熱源を求めること、コジェネも行う統合エネルギー供給業の存在、複数の主熱源からパイプを伸ばして結合といった計画的な実行が必要と推測できる。

参考文献　[1][2]下田吉之ほか：空気調和衛生学会論文 No.61pp67-76(1997);No.67pp1-10(1997)　[3][4]坂本雄三ほか：空気調和衛生工学会論文集 No.57 pp73-81(1995);No.58 pp111-118(1995)　[5]成田樹昭ら：空気調和衛生工学会論文集No.59pp49-58 (1995)　[6]空気調和・衛生工学便覧第 12 版

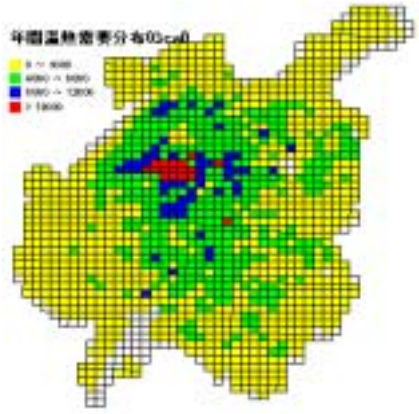

図１：年間温熱需要分布

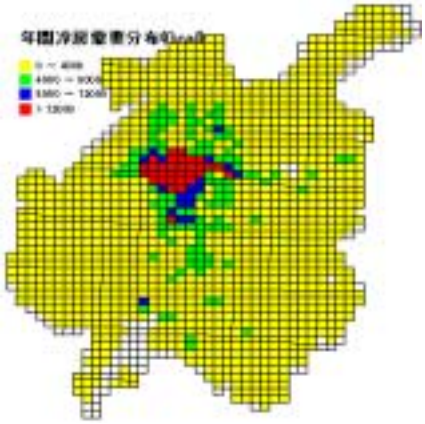

図２：年間冷房需要分布

図 3：未利用エネルギー分布図(夏期)

図 4：未利用エネルギー分布図(冬期)

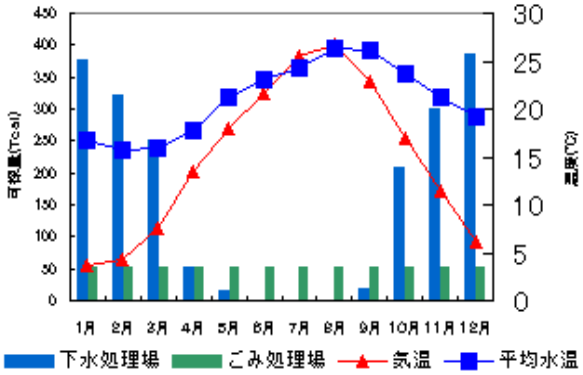

図 5：賦存量と気温･水温との関係

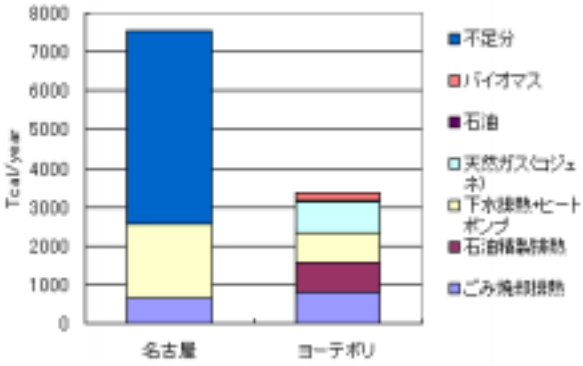

図 6：年間熱需要(冷暖房+給湯)と未利用エネルギー賦存量

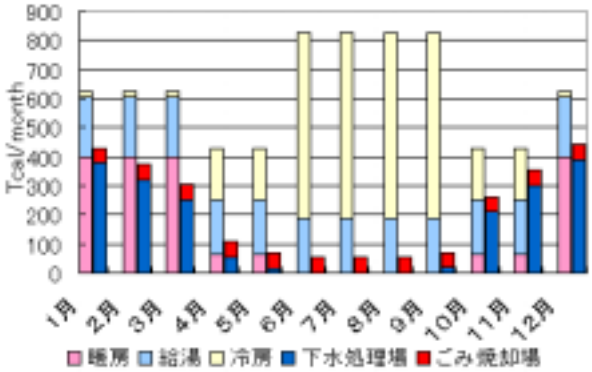

図 7：名古屋の月別熱需要と未利用エネルギー賦存量（ごみ焼却＋下水排熱）