

愛知県を対象とした排熱量の推定とその活用

杉本 賢二¹・森田 紘圭²・谷川 寛樹³

¹正会員 名古屋大学大学院環境学研究科 (〒464-8601 名古屋市千種区不老町D2-1)
E-mail:k.sugimoto@urban.env.nagoya-u.ac.jp

²正会員 名古屋大学大学院環境学研究科 (〒464-8603 名古屋市千種区不老町C1-2)

³正会員 名古屋大学大学院環境学研究科 (〒464-8601 名古屋市千種区不老町D2-1)

本研究では、低炭素社会に向けて地域関連の検討を行うことを目的として、未利用エネルギーである製造業工場からの排熱量を、愛知県を対象として4次地域メッシュごとに推計を行った。その結果、愛知県全体では18.7[万TJ/year]の排熱量ポテンシャルが存在しており、人口や産業が集中している名古屋市や豊橋市の中心部、あるいは沿岸地域において大きな値が分布しており、業種別では化学、鉄鋼、紙パルプの順に大きな排熱を有していることが明らかとなった。また、地域間の連携について、沿岸地域に排熱を有する知多市の朝倉団地において、マンションでのエネルギー利用について、その導入と課題について検討を行った。

Key Words : *unutilized energy, manufacturing industry, refuse plant, energy recovery*

1. 研究の背景と目的

日本政府は温室効果ガスの排出量を2050年に1990年比で80%の水準まで削減することを目標とした中長期ロードマップを策定し、目標の実現に向けた省エネ技術やエネルギー供給システムが検討されている¹⁾。加えて、東北大震災後の供給エネルギーの不安定化や電力料金の値上げにより、自然エネルギー開発促進や省エネルギー化推進への動きが見られるようになってきている。このような省エネ・低炭素社会を実現するためには、電気自動車や太陽光発電システムの導入など、家庭や建物レベルでの要素技術だけでは目標を達成することは困難であるため、地域間の連携とインフラシステムが連携して相乗効果を発揮する必要がある。

一方、最近になって工場からの排熱や地下水・河川水などの温度差エネルギーなど、これまで捨てられていた未利用エネルギーの活用が注目を集めている。未利用エネルギーの賦存量は民生部門のエネルギー消費量に匹敵するほどであるが²⁾、現在のところ、利用可能量に対する導入実績量は小さく、さらなる導入に向けて熱源と需要の地理的条件を組み合わせた検討の余地がある。また、未利用エネルギーの活用には熱導管や輸送機など供給インフラの整備は必要であるが、産業立地など既存の都市構造を大きく変化させることなく、省エネ効果を得られる有用な施策であるといえる。

本研究では、愛知県を対象として、大きな排熱を有する製造業の工場と清掃とを対象に、立地している企業の業務別数と、アンケート調査より推定された排熱推定式を用いて、4次地域メッシュごとの排熱量を推定した。また、推計した排熱量を用いて、民生部門における排熱利用の事例として、知多市の住宅団地における導入とその課題について検討を行った。

2. 排熱量の推計方法

排熱量は対象となる愛知県の4次地域メッシュ(500mメッシュ)ごとに集計された事務所・企業統計に関する地域メッシュ統計³⁾と、各業種の排熱要因を用いて推計される。以下では、排熱量の推計方法と、推計に用いたデータについて説明する。推計は、生産過程において大きな排熱を有する製造業と清掃(ごみ焼却)について、表1に示す13業種を対象とした。

(1) 業種別排熱推定式

業種ごとの排熱量の推定式として、省エネルギーセンター(2001)⁴⁾により、アンケート調査より作成された推定式を用いた。この調査では、排熱が10[Tcal/year]以上発生することが想定される主要業種の工場と清掃工場を対象として約1000事業所にアンケートを行い、その結果を排熱種類・量・質について整理したものであり、それによ

り工場単位で排熱を推計する式を作成した。なお、調査では、排熱は「工場内で既に利用され、工場外に放出されている最終排熱で、外部利用の可能性のある温度域」⁴⁾と定義されており、以下で推計する排熱量は工場内でさらに利活用するといった用途は想定していない。

業種*i*の事業所で想定される排熱量*E_i*は、

$$E_i = a + bX_i \quad (1)$$

として推計される。ここで、*X_i*は生産要因のうち排熱に関する要素(以下、排熱要因)であり、*a*と*b*は排出係数である。表1に業種別の排熱要因と係数について示す。排熱要因は各業種の従業員数や購入エネルギー、生産額といった要因のうち、排熱量と最も相関性が高かったものが用いられており、石油は従業員数、清掃はごみ焼却量であり、それ以外の業種では購入エネルギーである。

なお、購入エネルギーについては、排熱推定時に用いた統計であるが調査終了により最新のデータが利用できないため、事業所ごとのエネルギー消費原単位を用いて算出した消費エネルギー量として代替している。表2に後述するメッシュ統計の業種ごとに対応するエネルギー消費原単位について示す。

(2) 排熱要因に関するデータ

排熱要因のうち、従業員数と消費エネルギーの算出には「事務所・企業統計に関する地域メッシュ統計(以下、地域メッシュ統計)」を用いた。この地域メッシュ統計は、平成18年事業所・企業統計調査において調査された事業所の所在地情報から各事業所を同定し、メッシュ単位ごとに集計した統計である。この統計では地域メッシュごとに産業業種別の従業員数と事業所数が含まれてい

る。なお、メッシュ統計による業種の分類は産業連関表などで用いられる区分であり、排熱推定式の業種とは若干異なるため、表2に示すように対応する業種区分に整理している。

また、清掃のごみ焼却量は、愛知県による「一般廃棄物処理事業実態調査」⁶⁾より、焼却場の所在地住所と焼却量を抽出し、住所を用いてアドレスマッチングにより該当する地域メッシュコードに分配した。

表-2 メッシュ統計分類と業種別エネルギー消費原単位

メッシュ統計の分類	業種	原単位 GJ/事業所
食品製造業	1.食料	5182.6
飲料・たばこ飼料製造業	1.食料	7174.6
繊維工業	2.繊維	1350.2
衣服・その他の繊維製品	2.繊維	1350.2
木材・木製品製造業	2.繊維	1504.3
家具・装備品製造業	2.繊維	308.4
パルプ・紙・紙加工品製造業	3.紙パ	2762.6
印刷・同関連業	15.他	1022.3
化学工業	4.化学	2467.0
石油製品・石炭製品製造業	5.石油	-
プラスチック製品製造業	4.化学	3924.4
ゴム製品製造業	15.他	6948.4
なめし革・同製品・毛皮製造業	15.他	169.0
窯業・土石製品製造業	6.窯業	6110.7
鉄鋼業	7.鉄鋼	7783.2
非鉄金属製造業	8.非鉄	17422.4
金属製品製造業	9.機械	1430.7
一般機械器具製造業	9.機械	1055.6
電気機械器具製造業	10.電気	2149.8
情報通信機器製造業	10.電気	3090.2
電子部品・デバイス製造業	10.電気	7792.6
輸送用機械機器製造業	11.輸送	5868.5
機密機械器具製造業	9.機械	7792.6
その他の製造業	15.他	412.6

表-1 業種別排熱推定式の排熱要因と排熱係数

業種	排熱要因 ^{注)}	排熱係数	
		a	b
1.食料	購入エネルギー	0.075	5.9
2.繊維	購入エネルギー	0.122	3.4
3.紙パ	購入エネルギー	0.071	34.7
4.化学	購入エネルギー	0.082	20.7
5.石油	従業員数	1.170	-43.1
6.窯業	購入エネルギー	0.135	-9.3
7.鉄鋼	購入エネルギー	0.047	52.8
8.非鉄	購入エネルギー	0.186	6.3
9.機械	購入エネルギー	0.144	2.8
10.電気	購入エネルギー	0.157	3.3
11.輸送	購入エネルギー	0.175	5.5
12.清掃	ごみ焼却量	0.482	9.8
13.他	購入エネルギー	0.121	1.6

注) 購入エネルギー(単位: Tcal), 従業員数(単位: 人), ごみ焼却量(単位: 1000t)

表-3 業種別排熱量の推計結果

業種	排熱量 [TJ/year]	順位
1.食料	11,064.4	7
2.繊維	19,025.3	5
3.紙パ	27,115.1	3
4.化学	47,080.5	1
5.石油	683.4	12
6.窯業	0.4	13
7.鉄鋼	33,284.9	2
8.非鉄	2,257.4	10
9.機械	19,559.1	4
10.電気	5,802.3	8
11.輸送	14,025.8	6
12.清掃	1,098.9	11
13.他	5,608.9	9
合計	180,906.3	-

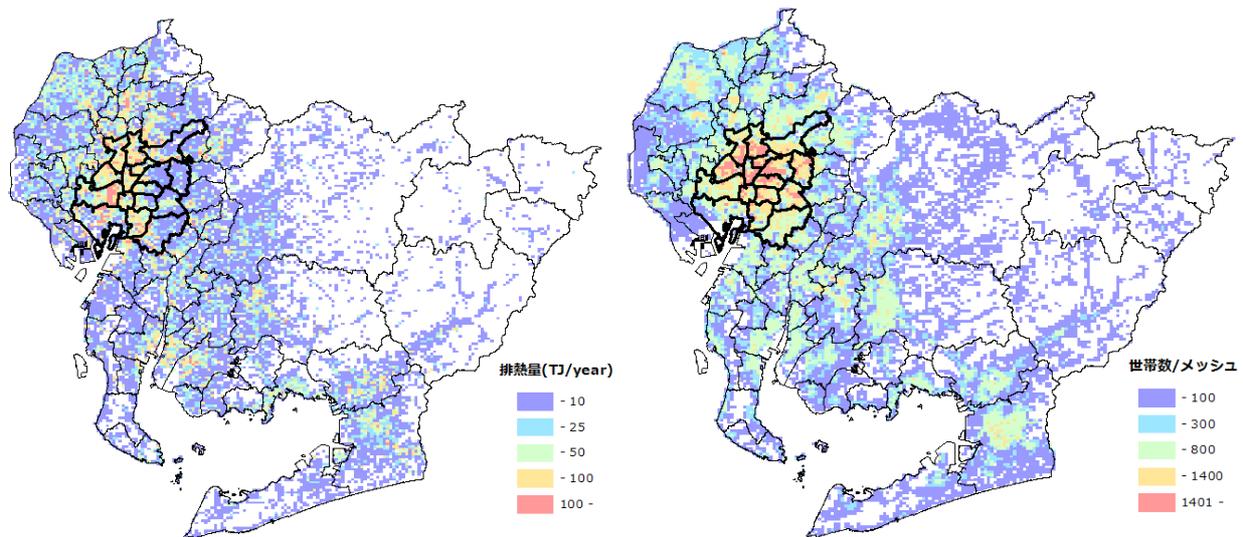


図-1 排熱量の推計結果(左)と国政調査による人口分布(右)

(3) 地域メッシュごとの集計

以上の手順により算出された各事業所ごとの推計された排熱量について、推定式によっては負値となる場合があるため、その場合には排熱量をゼロと仮定した。その後、地域メッシュコードごとに集計を行い、メッシュ単位での排熱量の推計を行った。

3. 推計結果と排熱利用の検討

(1) 排熱量の推計結果

図1に、愛知県の4次地域メッシュごとに推計した排熱量と、排熱を民生部門で活用するための比較として、人口の分布について示す。図中太枠の境界線で囲まれている名古屋市や、東部に位置している豊橋市など、人口が集中している地域や東海市や知多市など沿岸部において大きな排熱を有していることが明らかとなった。したがって、ポテンシャルを十分に活用できるのであれば都市域において省エネ技術として排熱利用を行うことができる。また、これらの地域では化学や鉄鋼など比較的エネルギーを多く消費し、かつ一般的に排熱も大きな工場が立地しているためであると考えられる。

また、表3に業種別に集計した排熱量について示す。愛知県全体では排熱量ポテンシャルが18.7[万TJ/year]となり、これは愛知県における産業部門の最終消費エネルギー量(34.6万TJ/year)の約半分に相当する。業種別では化学、機械、紙パルプの順となっており、愛知県東部に多く立地している自動車製造業(含、自動車部品製造業)も1.4万[TJ/year]とそのポテンシャルは大きい。

(2) 地域間での連携可能性

未利用エネルギーの活用について、知多市の朝倉団地

をケーススタディとして検討を行った。同地域は名古屋市近郊にある団地を中心とした地域であるため、エネルギー消費量がある程度まとまって存在している。加えて、団地は昭和40年代に建設されたために改築が必要であり、大幅な低炭素技術の導入可能性を検討することが可能である。また、図2に示すように、2kmほど離れた沿岸部において、化学関係の工場が立地していることから排熱利用が期待できる。

まず、近隣にある三幸プラント工業(業種：機械)からの熱融通について考えてみると、パイプラインなどの導管によって短い距離で需要地とを結ぶことが可能であるため、途中でのエネルギーロスが少なくなる。しかし、現実的には配管の設置には課題があり、地上に設置する場合には土地所有者の承諾や景観の悪化となり、地中を通す場合には地下構造物との干渉を避ける必要がある。

また、沿岸部のLIXILや出光興産(業種：化学)からの供給を考えてみると、距離が遠いために蓄熱装置を備えた

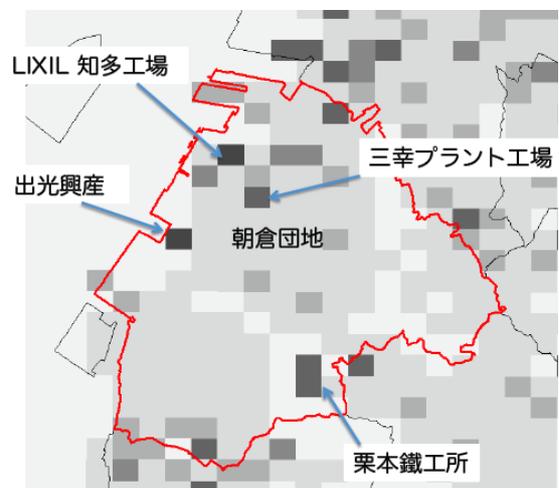


図-2 朝倉団地周辺の排熱量の分布

トラックで団地まで輸送する必要があるが、運営において車両や燃料などのコストがかかるという課題があるものの、地理的条件と排熱量から鑑みるに、こちらのほうが現実的である。なお、省エネルギーセンター(2001)⁴⁾のアンケート結果より得られた排熱比率を参照すると、化学業務からの排熱はガス・温水ともに比較的低い温度の排熱が排出されることが想定されることから(ガスの場合150度、温水の場合60度)、団地での風呂などの給湯として利用することが考えられる。

4. まとめと今後の課題

本研究では、低炭素社会の実現に向けて、愛知県を対象として未利用エネルギーである工場排熱を活用に資する排熱量の推計を行った。その結果、愛知県では18.7[万TJ/year]の排熱量ポテンシャルが存在しており、名古屋市や豊橋市の中心部や沿岸地域において大きな排熱が分布しており、業種別では化学、鉄鋼、紙パルプの順に大きな排熱を有していることが明らかとなった。

また、今後の課題として、原単位による推計誤差、具体的な施策提案が挙げられる。本研究での推計は統計値やアンケートから推定されたいくつかのパラメータによるものであり、その結果には誤差範囲が存在するため、実測値とは異なる可能性がある。加えて、本研究では排

熱量に重きを置いていたが、排熱の質による導入の不可や電気エネルギーとの競合・連携などについて検討を行う必要がある。

謝辞: 本研究は、環境省・環境研究総合推進費「低炭素社会を実現する街区群の設計と社会実装プロセス(1E-1105)」の支援を受けて実施した。ここに記して謝意を表する。

参考文献

- 1) 環境省：中長期の温室効果ガス削減目標を実現するための対策・施策の具体的な姿（中長期ロードマップ 中間整理）, 2010.
- 2) 経済産業省 資源エネルギー庁：未利用エネルギーの面的活用 熱供給の実態と次世代に向けた方向性, 2008.
- 3) 総務省統計局：平成 18 年事業所・企業統計調査に関する地域メッシュ統計, 2007.
- 4) 省エネルギーセンター：広域エネルギー利用ネットワークシステムの開発 エネルギーシステム設計技術の調査 工場群のエネルギーシステムに関する調査研究 平成 12 年度成果報告書, 2001.
- 5) 経済産業省 資源エネルギー庁：平成 23 年度エネルギー消費統計調査, 2011.
- 6) 愛知県：平成 23 年度一般廃棄物処理事業実態調査, 2012.

(2013. 8. 2 受付)

ESTIMATION AND USAGE OF UNUTILIZED ENERGY IN AICHI PREFECTURE

Kenji SUGIMOTO, Hiroyoshi MORITA and Hiroki TANIKAWA