

大阪大学大学院 学生員○西村康之
大阪大学工学部 正 員 村岡浩爾

1. はじめに 近年東京、大阪湾岸において大規模な埋立事業が計画、進行中であり、今後埋立地が増加する傾向にある。これらの地域においては、様々な都市機能が計画的に配置されており、従来の都市とは異なる水・エネルギー環境を有するものと考えられる。そこで本研究では早くから海上都市として知られている神戸市人工島におけるエネルギー消費量と現在及び将来的な水収支の算定を行い、その特徴を明らかにした。また人工島では都心部と同様に高密度なエネルギー消費が行われていると考えられるため、エネルギー有効利用手法の1つである下水道流入排熱利用についての検討を行った。ここではその整備が完了しているポートアイランド地区での下水道流入可能熱量を算定し、12大都市D I D（人口集中地区）との比較を行った。

2. 人工島概要 神戸市人工島は神戸市南部の大阪湾上に位置し、面積10.16km²（ポートアイランド4.36km²、六甲アイランド3.9km²）、人口22,000人の埋立地である。土地利用の約6割は港湾関連用地で占められており、その他は住宅、商業地となっている。島内では分流式下水道が採用されており、ポートアイランド地区内には下水処理場が設けられている。現在六甲アイランド地区は都市機能の整備が進められており、ポートアイランド南部ではさらに沖合いへの埋立工事（ポートアイランド第2期）が行われている。

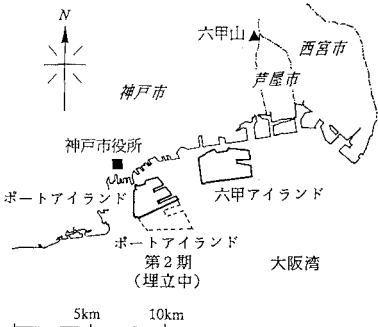


図1 神戸市人工島概要図

3. 水収支 水収支の算定に際して、人工島水循環システムを外的システム（自然経路）と内的システム（人工的経路）に分類した¹⁾。現在及びポートアイランド第2期完成後の水収支をそれぞれ図2、3に示す。人工島においては埠頭を始めとする不浸透面が約80%を占めているため、流出成分の約8割が表面流出量となっており、自然地域水収支との相違が明らかである。また将来人工島では、上水給水量が現在の約2.5倍となり、下水道を含め内的システムが水循環システムに対して今後支配的になってくることが予想される。それゆえ、省資源及び環境保全型施設として注目されている下水処理水を用いた水リサイクルシステムが、今後さらにその重要性を増していくものと考えられる。

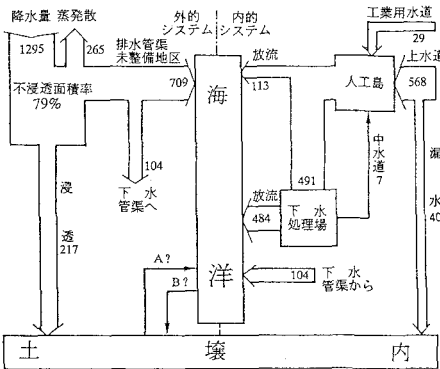


図2 平成2年度人工島年間水収支推定値（単位mm）

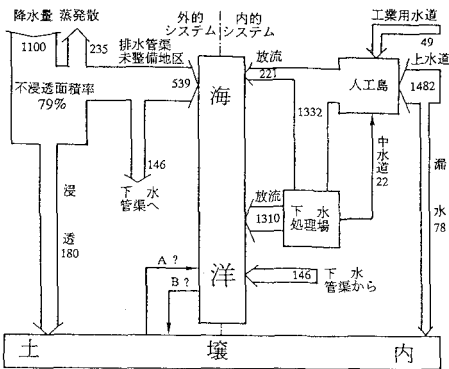


図3 平成12年頃人工島年間水収支推定値（単位mm）

4. エネルギー消費量 エネルギー消費量については、電気、ガス、自動車燃料、ゴミ焼却熱の5項目に分類して算定を行った。人工島と我国12大都市との値を比較したものを図4に示す。人工島ではエネルギー消費量が年間100Gcal/km² (1Gcal=10⁹cal)に達し、かなり高密度なエネルギー消費が行われていることがわかる。その内ゴミ焼却施設からの発熱量が約半分を占めており、大きな特徴であるといえる。これ以外の電気、ガス、自動車燃料の主に2次エネルギー消費量について見ても20Gcal/人と、大都市に匹敵する値を示している。このように高密度なエネルギー消費が行われている中で、ゴミ焼却場では焼却排熱の有効利用が行われている。

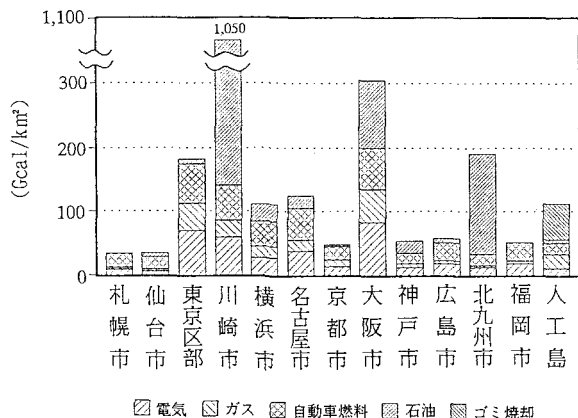


図4 平成2年度人工島、12大都市年間エネルギー消費量

5. 下水道流入可能熱量算定 下水に流入する可能性の高い熱源として主に民生用に使用される電気、家庭用ガス消費量を考慮した。本研究においては下水道流入可能熱量として電灯消費量の13%、家庭用ガス消費量の和²⁾と定義した。人工島ポートアイランド地区と12大都市D I Dについてこの値と人口密度との関係を表したものを図5に示す。ポートアイランド地区において年間消費される民生用エネルギー消費量は約200Tcal (1Tcal=10¹²cal)であり、下水道流入可能熱量はその12%に相当する24Tcalとなった。12大都市D I Dではその相関係数が0.95と高い

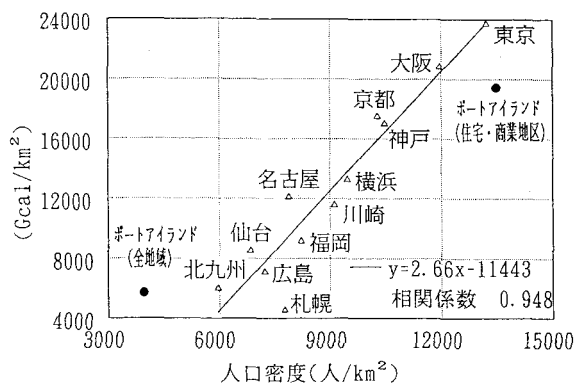


図5 平成2年度人工島、12大都市下水道流入可能熱量

相関が見られた。一方、人工島ポートアイランド地区では、これら都市域とは異なる傾向を示し、島全体では6Tcal/km²程度と小さな値を示しているが、これはポートアイランド全体の約70%が埠頭などの港湾関連用地となっていることに起因していると考えられる。そこで主な下水排熱源となっている住宅、商業地区での値を算定すると19Tcal/km²と大阪市D I Dに匹敵する値となった。またポートアイランド下水処理場ではポートアイランド地区での下水のみを対象としており、各戸から処理場までの下水流下時間は比較的短い。したがって流下に伴う熱量の損失も小さく、その有効利用は十分可能であると考えられる。

6. 結論と今後の課題 本研究では人工島水収支が土地利用状況により、自然地域のもので大きく異なっていることを示した。また今後の埋立地域の拡大に伴う給水量の増加により、現在導入されている水リサイクルシステムの必要性がさらに高まっていくものと予想される。エネルギー消費については、人工島では高密度な消費が行われており、下水道に流入する熱量の回収利用も可能であると考えられる。今後は下水道流入可能熱量うち回収可能熱量の算定とともに、現在人工島において利用可能な熱量についても研究を進めていくつもりである。

謝辞 必要な資料を提供して頂いた神戸市、関西電力、大阪ガス関係者の皆様に感謝致します。

【参考文献】 1) 村岡浩爾、瀬岡正彦：メッシュデータを用いた都市水文サイクルの定量化の試み、水文水資源学会1991年研究発表会要旨集、pp70-73、1991。2) 山下孝光、楠田哲也、井村秀文：都市における下水廃熱の利用の可能性に関する研究、環境システム研究、Vol.19、pp.76-82、1991。