

韓国における地域冷暖房とエネルギー有効利用

李, 演生

九州大学大学院人間環境学府空間システム専攻博士後期課程

渡邊, 俊行

九州大学大学院人間環境学研究院都市・建築学部門

赤司, 泰義

九州大学大学院人間環境学研究院都市・建築学部門

<https://doi.org/10.15017/19010>

出版情報：都市・建築学研究. 1, pp.86-96, 2001-07-25. 九州大学大学院人間環境学研究院都市・建築学部門

バージョン：

権利関係：



韓国における地域冷暖房とエネルギー有効利用

DHC (District Heating and Cooling) and Efficient Use of Energy in Korea

李 演生*, 渡邊俊行**, 赤司泰義**

Youn-saeng Lee, Toshiyuki WATANABE and Yasunori AKASHI

The purpose of this study is to present the manner of which Korean universities make good environment and facilities for the future. We have investigated the energy source in Korea and the difference of the District Heating and Cooling (DHC) system between Korea and Japan. The benefits of DHC systems are as follows ; (1) the protect of global environment, and (2) the use of unused natural energy that is the most important aspect from the point of energy conservation.

At this time, Kyushu University has planned to move its major two campuses to a western part of Fukuoka city in order to make a comfortable educational environment. We expect these facts that offer the low energy consumption facilities, the location of energy center and the benefit of central supply system through the computer simulation on the New Campus Planning.

Keywords : District Heating and Cooling (DHC) system, Unused energy, Energy conservation, Global environment, Co-generation, University campus

地域冷暖房、未利用エネルギー、省エネルギー、地球環境、コージェネレーション、大学キャンパス

1. はじめに

現在、世界が当面しているエネルギー問題は、1973年と1979年の2度に渡る石油危機で顕在化した化石エネルギー資源(石油、石炭、天然ガスなど)の枯渇問題である。もうひとつの問題は、化石燃料を燃やすと、硫黄酸化物や窒素酸化物、二酸化炭素などが排出される地球温暖化の問題である。

このようにエネルギーと環境問題がますます深刻になる中、省エネルギー性、地球温暖化防止性、環境保全性の側面でも有効な地域熱供給システムが注目されている。本稿では、韓国のエネルギー消費実態、地域冷暖房によるエネルギー供給システムの現況、地域冷暖房の特徴、省エネルギー対策および将来の課題等について日本の状況と対比しながら考察する。

2. 韓国のエネルギー現況

2.1 概要

韓国経済は輸出に主導された生産ならびに設備投資の増加、個人消費の拡大に支えられ高成長を遂げ、1996年末にはOECDに加盟した。このような経済発展に伴い、1980年代以降エネルギー消費量の大幅な増加が続き、図1のように石油消費量を始めとするエネルギー消費量が急激に増加した¹⁾。

エネルギーの中で石炭と薪炭等の消費量はあまり変化していないが、石油は急激に伸びて全体のエネルギー消費量と同

* 空間システム専攻博士後期課程

** 都市・建築学部門

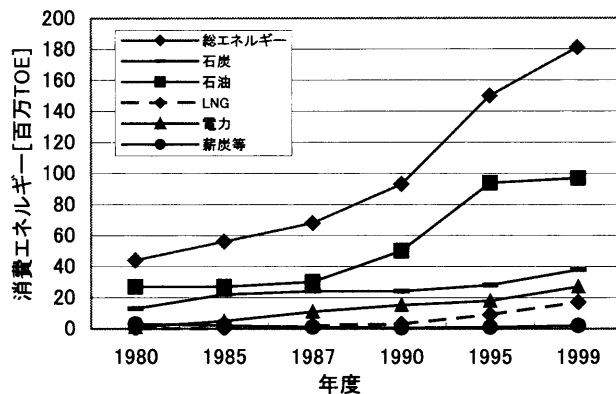


図1 韓国における過去20周年間の1次エネルギー消費変動¹⁾

じ変化を示している。その他、原子力発電量の増加の影響と天然ガスの積極的な導入で電力及びガスの使用量も徐々に上昇している。

なお、一次エネルギー供給に占める構成比(1999年資料)を見ると、図2のように石油54%、石炭21%、原子力14%、LNG9%、水力1%などとなっており、石油に対する依存度が高い。そこで1986年から、エネルギー多様化と環境保護政策の一環としてLNGを導入し、首都圏を中心に利用拡大が進められている。現在は法律で環境にやさしい清浄燃料であるガスなどの使用が義務づけられて冷暖房方式及び冷暖房機器も大きく転換しつつある。

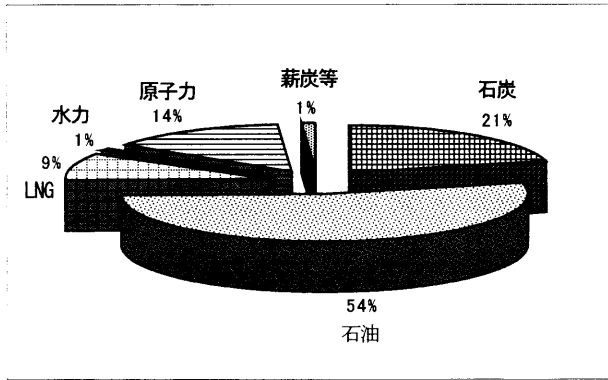


図2 1次エネルギー消費構成比¹⁾

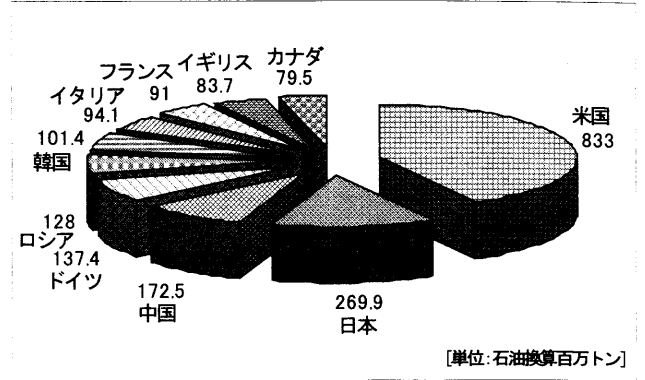


図4 世界主要国の石油消費量³⁾

2.2 エネルギー消費の特徴

韓国のエネルギー消費量の推移を見ると、経済規模に比べてエネルギーを多消費する産業構造によりエネルギー消費増加率が経済成長率を大きく上回っている。主要エネルギー指標を国際比較すると、韓国は米国と比べて1人当たりの国内総生産(GDP)36%に過ぎないが、GDP成長率対比エネルギー消費増加率を示すエネルギー消費弾性値は倍である。

表1 主要エネルギー指標国際比較²⁾

区分	米国	日本	韓国	台湾
エネルギー消費弾性値(85-97平均)	0.61	0.98	1.22	0.83
1人当エネルギー消費量(97、TOE)	8.10	4.08	3.83	3.14
1人当GDP(97、US\$)	24,849	26,502	8,937	10,686

韓国のエネルギー消費量は、1997年現在、エネルギー全消費量において世界10位(164.7石油換算百万トン)、石油消費量において6位(101.4石油換算百万トン)を占めている。日本の場合は、エネルギー全消費量において世界4位(501.8石油換算百万トン)、石油消費量において2位(269.9石油換算百万トン)である(図3、4参照)。

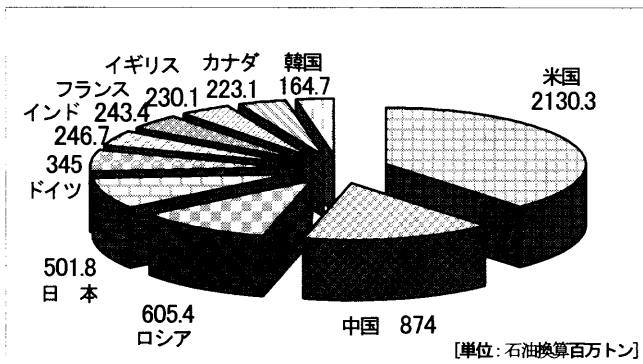


図3 世界主要国のエネルギー消費量³⁾

その反面、韓国のエネルギー資源を取巻く環境は厳しく、エネルギーの安定供給は極めて重要な政策課題である。1999年の統計資料によると、一次エネルギーの輸入依存度は図5のように226億74百万ドルで、全エネルギー消費量の97.1%(原子力材料含む)に達している¹⁾。

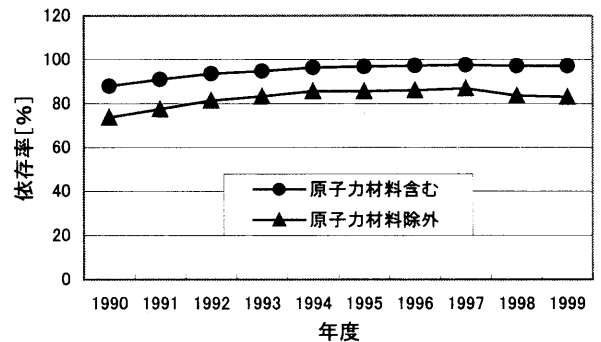


図5 韓国における1次エネルギー輸入依存率¹⁾

図6に示すように部門別エネルギー消費変動では、1986年以降の産業部門のエネルギー消費量が他の家庭部門、輸送部門、商公部門に比べて急激な上昇を示している。この現象は1985年秋、開催の先進5カ国蔵相会議(G5)以降の円高・ドル安(ウォン安)、原油安等を背景に、鉄鋼等の重化学工業の国際競争力が高まり、原油価格の低下等を反映して、生産が飛躍的に拡大した結果である。

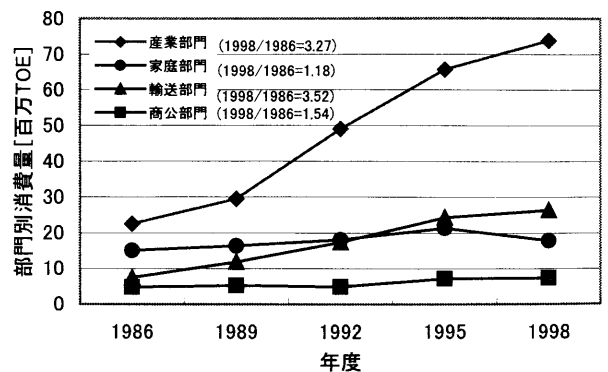


図6 部門別エネルギー消費変動¹⁾

2.3 世界のエネルギー状況

世界エネルギー会議(1995年)の統計によれば、化石エネルギーの中で石炭の埋蔵量と可採年数は、1兆316億トンで、年生産量が約45億トンのため可採年数は231年となっている⁴⁾。主賦存地域は、北米、中国、ロシア、オーストラリアなど、主な輸出国はオーストラリア、アメリカ、南アフリカとなっており、主な輸入国は、日本(8,300トン)、韓国(4,500トン)、台湾(3,070トン)である。

石油は1998年の時点で埋蔵量が1兆195億4,600バレルであり、現在の生産量が1日6,494万バレルのため、可採年数は43年となる⁵⁾。主賦存地域は政情不安な中東地域に集中し、全世界の66.4%がこれらの地域に偏っているのが特徴である。韓国の場合はほぼ全量を輸入に依存している。

地球温暖化防止などに有利な天然ガスは1998年1月現在の確認可採埋蔵量は143兆9,471億m³で、可採年数は61.6年となっている⁵⁾。主賦存地域はロシア、中東地域などで全世界の70%を占めている。最近、韓国でインドネシアなどから導入され普及しつつあるエネルギーである。

3. 韓国の地域冷暖房

3.1 概要

地域冷暖房とは、1個所または複数の熱供給プラントから、周辺のビルや集合住宅に、地域配管を通じて冷暖房や給湯のための蒸気、高(中)温水および冷水などを供給するシステムである。エネルギーの高効率活用ができ、快適な居住環境を構築するこのシステムは、新たな都市開発等のコアとして注目されている。

地域冷暖房のそもそもの導入目的は、大気汚染防止であったが、最近ではエネルギー利用の高効率化、資源のリサイクル、空間利用の経済性、防災の観点も大きく浮上してきており、特に、病院、学校、官公庁などの拠点に対する安定的なエネルギー供給、施設アメニティの追求のため、地域冷暖房は大きな役割を果たし得るものとされている。

3.2 導入現況

韓国における地域冷暖房は1980年代から採用された。1987年11月ソウルにある火力発電所の廃熱を再利用して、約44,000世帯に地域暖房設備が整備された。1987年12月にはソウルにあるモクドン熱電併給発電所の竣工によって韓国最初の熱電併給発電方式の地域暖房が始まった。

1999年現在、地域暖房による熱供給世帯は6事業者による18事業所で91万世帯(全国住宅数1200万世帯)を越え、総住宅数の7.6%を占めている。現在建設中の6事業者による7事業所を合わせれば12事業者による25事業所に達し、普及率が9%になる。

その他に産業団地については全国16事業者により17地域に供給されているし、4事業者により4地域が現在建設中である(表2参照)。

表2 地域暖房導入現況⁶⁾

区分	導入形態	事業者数 (稼働中)	事業所数 (地域数)	供給規模			
				建物・ 工場数	暖房住宅 戸数(千戸)	熱 (Gcal/h)	電気 (MW)
地域 暖房	稼働中	6	18	1,917	912.5	8,297	306.6
	推進中	6	7	-	166.2	1,289.3	375.4
	計	12	25	1,917	1,078.7	9,586.3	682
産業 団地	稼働中	16	17	629	-	6,382.8	1,752
	推進中	4	4	88	-	1,713	670.6
	計	20	21	717	-	8,095.8	2,422.6
総計		32	46	2,634	1,078.7	17,682.1	3,104.6

また、韓国政府は1993年の『集団エネルギー供給基本計画』によって地域冷暖房事業と産業団地集団エネルギー事業と区分してその中で地域冷暖房事業は2001年まで普及率15%で180万世帯を対象に増加していく計画である。図7は地域暖房施設に関する世帯数の年度別増加推移を示している。

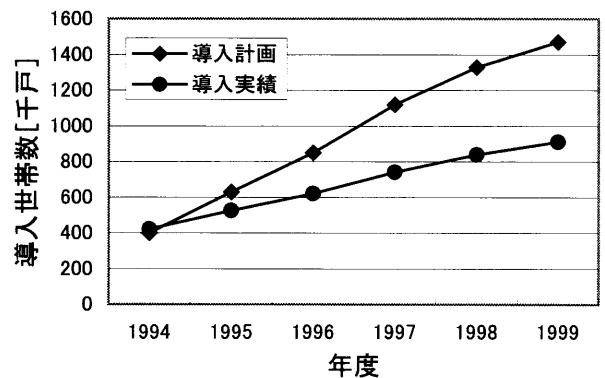


図7 地域暖房導入世帯数推移⁶⁾

韓国の地域冷暖房の特徴は日本と違って供給対象施設がほとんどマンションなどを中心にした集合住宅である。表3の地域別熱供給の現況を見ると、ソウルを中心とした首都圏に全施設の89%が集中しているが、地方にもますます拡大されつつある。

表3 地域別供給現況⁶⁾

地域別	熱供給 実績		
	地域暖房 住宅戸数	地域暖房 ビル数	地域冷房 ビル数
首都圏	809,490	1,854	199
地方	98,440	123	12
産業団地	4,566	-	-
合計	912,496	1,977	211

世界主要国の地域暖房は、ドイツを中心に主としてヨーロッパで活発な発展をして来た。初めは発電所の排熱が熱源であったが、その後時代を反映して様々な目的と形態を取りながら、熱源としてゴミ排熱や、ヒートポンプによる地熱、下水、海水、河川等温度差利用システムが普及している。

図8は世界主要国の地域暖房普及率である。一番普及率が高いのはポーランドで約53%である。続いてデンマーク、フィンランドと北欧諸国の普及率が高い。

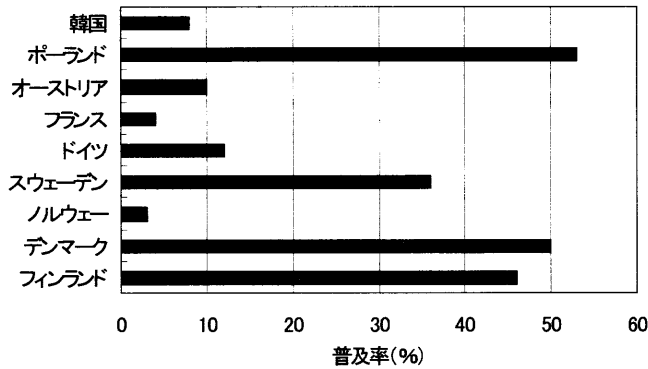


図8 世界主要国の地域暖房普及率⁷⁾

3.3 システム特性と施設現況

韓国の地域冷暖房システムの方式は、新都市などを計画する際、発電用の施設とともに熱供給システムを計画するコージェネレーションシステムを導入する事例が多い。燃料は有煙炭、天然ガス及びB-C油などを主にして、ゴミ焼却場、工場などから出る温度レベルの高い排熱を有効活用する高温・排熱利用システムが大部分である。日本で見られる地下鉄の排気塔から出る廃熱や、汚泥処理場から出る温排水等の低温排熱を回収し、冷暖房給湯に活用できる低温・排熱利用システムとか、海水や河川水等の温度差エネルギーをガスエンジンヒートポンプや吸収式ヒートポンプの熱源水として活用する温度差エネルギー利用システムはまだ採用例がない。

熱媒体は経済的な面で投資費が比較的少なく需要家の暖房方式に適当な100~120℃の中温水供給方式が採択されている。

現在稼働中の35事業所の設備現況は発電ボイラー9,458T/h、発電機1,897MWである。表4は事業所の事業計画基準と実際稼働中の設備現況を示す。

表4 稼働中の地域エネルギー設備現況⁶⁾

区分		事業者数 (稼働中)	事業場数 (地域数)	施設規模		
				発電ボイラー (T/h)	発電機 (MW)	熱専用 ボイラー
地域暖房	計画	12	25	2,076	682	5,151G/h
	稼働中	6	18	602	143.7	2,713G/h
産業団地	計画	20	21	12,246	2,496	3,190T/h
	稼働中	16	17	8,856	1,752	2,515T/h

1999年のエネルギー生産量は熱と電力の総生産量が38,568Tcalで、地域暖房部門が29.5%、産業団地部門が70.5%を占めている。また、熱と電力の生産量を比較すると、熱生産量が78.8%、電力生産量が21.2%であり、熱生産量が多い熱主電従方式である(表5参照)。

表5 地域エネルギー生産量⁶⁾

区分	熱生産量 [Tcal]	電力 生産量 [GWh]	計 [Tcal]	構成比 [%]
地域暖房	10,824	622	11,359	29.5
産業団地	19,559	8,896	27,209	70.5
計	30,383	9,518	38,568	100
構成比 (%)	78.8	21.2	100	

地域冷房については、表6のようにソウルと釜山の211個建物を対象に総冷房面積150万㎡、冷凍機容量7万USRTの吸収式冷凍機が稼働中である。普及率は地域暖房に比べてまだわずかである。

表6 地域冷房導入現況⁶⁾

地域	建物 個所	建物延 床面積 [千㎡]	冷房延 床面積 [千㎡]	冷凍機 容量 [USRT]
ソウル	209	3,275	1,504	67,809
釜山	2	40	7	905
合計	211	3,315	1,511	68,714

3.4 導入効果 - エネルギーの有効利用

地域エネルギー供給システムの導入による効果は、まずエネルギー利用効率向上及び未利用エネルギーの活用でエネルギー使用量節減に寄与する。例えば、一般発電専用の火力発電所はエネルギー利用効率がおおよそ38%であるのにもかかわらず、熱電併給発電方式は復水器の損失を熱エネルギーで吸収して活用することによってエネルギー利用効率はおおよそ85%に達している。

地域冷暖房の二つ目の導入効果は、地域冷暖房の省エネルギー性である。地域冷暖房を導入した場合、個別空調方式に比べ、大型で高効率の熱源機器の導入が可能となる。また、個別空調方式では機器の設置台数が少ないので、熱負荷の小さい中間期や夜間などに機器の低負荷運転が避けられず、総合効率が低下する。それに対し、地域冷暖房方式では供給対象が広いので、低負荷時においてもその合計負荷は大きくなる。プラントに熱源機器を集中して設置し、負荷に応じて自動的に稼働台数を制御する群管理方式で効率的な運転を行うことにより、エネルギーの有効利用が可能となる。さらに、

地域冷暖房では定期的なメンテナンスを行うことにより機器の高効率運転を維持できる。

三つ目は、地域冷暖房の環境保全性である。地域冷暖房では、個別空調の熱源機器を集約することにより、多様な環境保全策を集中的に施すことが可能になり、大気汚染の防止や環境保全に効果がある。表7に地域エネルギー供給によるエネルギー節減効果を示す。地域暖房の場合、エネルギー節減効果は50.4%、産業団地の場合は18.0%となっている。

表7 エネルギー節減効果⁷⁾ [単位: TOE, %]

区分	エネルギー使用量		節減量 [B-A]	節減率 [%]
	地域エネルギー方式 [A]	既存方式 [B]		
地域暖房	775,697	1,565,193	789,496	50.4
産業団地	3,918,818	4,778,576	859,758	18.0
合計	4,694,515	6,343,769	1,649,254	26.0

韓国は、地球温暖化防止のための気候変動枠組条約締約国会議への加入(1993年)及び経済開発協力機構への加入(1996年)によって温室ガス排出量削減に関する国際的圧力に対処するために、エネルギー使用節減による大気汚染物質の排出最小化と高性能公害防止施設(脱黄設備、低NO_xバーナー、電気集塵機)の集中的な管理を通じて環境改善に努力している。

二酸化炭素(CO₂)は個別使用者が主体的に管理するのは困難であるが、熱生産施設が集中された地域エネルギー事業は熱生産施設について効率的な管理が可能であり、地球温暖化防止のための気候変動枠組条約に能動的な対処が可能である。

表8に地域エネルギー供給による環境改善効果を示している。黄酸化物、窒素酸化物、塵の減少率はそれぞれ41.5%、26.7%、4.4%、平均として32.7%、特に、二酸化炭素(CO₂)は26.7%を示している。

表8 環境改善効果⁷⁾ [単位: トン]

区分	大気汚染物質 排出量		減少量	減少率
	地域エネルギー方式	既存方式		
黄酸化物 (SOX)	27,525	47,038	19,514	41.5%
窒素酸化物 (NOX)	23,168	31,630	8,460	26.7%
塵(DUST)	7,724	8,083	360	4.4%
計	58,417	86,751	28,334	32.7%
二酸化炭素 (CO ₂)	3,818,511 TC	5,210,563 TC	1,338,052 TC	26.7%

TC: 炭素トン

3.5 日本の地域冷暖房

日本においては、1970年大阪の日本万国博覧会を契機にして大阪府の千里中央地区(千里ニュータウン)に世界最大級の地域冷暖房が生まれ、公害防止の面から本格的な地域冷暖房事業がスタートした。これは昭和40年代に問題となった公害、大気汚染は早急な対策を必要とする大きな社会問題となり、大気汚染防止対策の一環として地域冷暖房が本格的に検討されるようになったからである。

1971年(昭和46年)には東京の新宿新都心、オリンピックを前に札幌中心市街地で都市環境問題を解決するための手段の一つとして地域冷暖房が営業を開始して、それ以降熱供給事業はめざましい発展を遂げ、こうした動きを受けて旧通産省では熱供給事業法の制定に着手して1972年(昭和47年)に熱供給事業法が制定、施行されている。

図9に1975年以降日本の地域冷暖房導入推移を示している。1985年から急速に増加したが、1995年以来増加率が横ばいをしているのを見られる。これはバブル経済崩壊以降、都市開発の停滞に伴い地域冷暖房の導入件数が減少傾向にあるが、近年、都市規模から地球規模までの環境問題、都市防災への対応などニーズの多様化にあわせた地域冷暖房の導入が図られるようになっている。

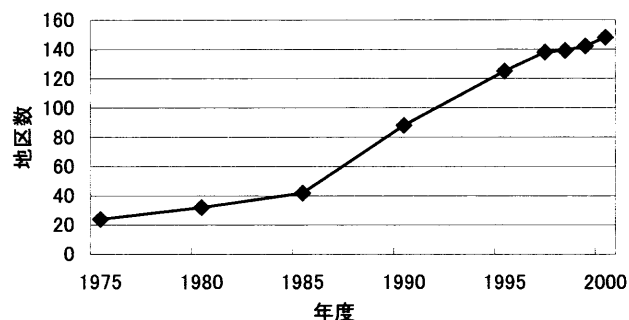


図9 地域冷暖房導入推移⁸⁾

図10は日本各地区別地域冷暖房導入方式別現況である。東京と関東地方を中心に導入され、その割合は全国の54%を占めている。今や、大阪、札幌、福岡などの地方都市を核として活発な事業の実施が広がっている。平成13年3月現在、日本の地域冷暖房システム普及率は全国90社、148地区で導入

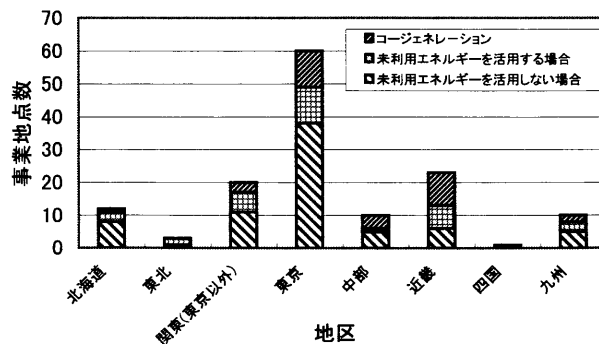


図10 地区別地域冷暖房導入現況⁹⁾

表9 地域冷暖房導入効果¹⁾

区分	A			B		
	削減量	削減率 (民生)	削減率 (総合)	削減量	削減率 (民生)	削減率 (総合)
投入一次エネルギー	22,747 TJ	0.9%	0.2%	88,861 TJ	3.5%	0.6%
CO ₂	883,465 TC	1.1%	0.2%	1,784,073 TC	2.2%	0.5%
NO _x	1,803 トン	3.3%	0.1%	4,578 トン	8.4%	0.2%
SO _x	22,549 トン	-	2.0%	22,157 トン	-	2.0%
冷房時最大電力負荷	2.99 GW	-	5.0%	2.04 GW	-	3.4%

* A：地域冷暖房導入可能地区に専用熱源方式によるシステムを導入した場合

B：Aにおいて未利用エネルギーの活用が可能であれば、最大限それを活用したシステムを導入した場合

及び導入の建設が進められて(6社、9地区)、各地で地域冷暖房の機運が急速に高まって優良な都市基盤の一つとして快適な都市づくりに大きな貢献をしている⁹⁾。

日本の地域冷暖房の普及率は世界の国々と比較すると、他の国に比べて低いことがわかる。北欧の国々では50%、ドイツやフランス、アメリカでは5~6%の普及率に比して、日本の場合はこの30年間で驚異的發展を遂げたように見えて、わずか0.7%という現況である¹⁰⁾。しかし、佐土原などの研究によると、今後、日本で地域冷暖房導入可能地区は、日本全国で合計1,302地区で全国民生用熱需要量の11.1%をしめ、表9のように投入一次エネルギー削減量は、88,861TJ/年、原油換算で約229万Kl/年に相当し、民生の熱需要の3.5%、日本全国のエネルギーの0.6%が削減されると報告している¹¹⁾。今後とも環境保全、地球温暖化対策、省資源、省エネルギー等地域冷暖房事業は社会的、政策的要請から普及が加速されると思われる。

日本の地域冷暖房システムは初期の大気汚染、公害防止以外にも、エネルギーの有効活用、都市災害の防止、都市景観の向上、さらには、都市にあふれる未利用エネルギーを活用し省エネルギーを実現するなどを指向している。特に、ゴミ焼却場や発電所から排出される排熱、河川、海水等の環境中の熱などの未利用エネルギーで十分に賄えるエネルギーを電力やガスなどで直接冷温水をつくらせている日本の現況は、韓国の導入システムと比べるとより省エネルギー的な日本の都市基盤システムと評価されている。

日本でよく使われる地域冷暖房のシステムは①高温・排熱—ゴミ焼却場、工場などから出る温度レベルの高い廃熱を有効活用するシステムで、エネルギーの利用形態によりさまざまなシステム構成が可能である。②低温・排熱—地下鉄の排気塔から出る廃熱や、汚泥処理場から出る温排水等の低温の廃熱を回収し、冷暖房給湯に活用している。③温度差エネルギー—海水や河川水等の温度差エネルギーをガスエンジンヒートポンプや吸収ヒートポンプの熱源水として活用し、温水を製造する。この際、温度差エネルギーの有効活用に加え、ガスエンジンの排熱回収を行うことにより、より効率の高いシステムが実現できる。また、温度差エネルギーを冷却水系に活用することにより、冷凍機の効率を高めることが可能で

ある。④コージェネレーションは、都市ガスでガスエンジンやガスタービン等を駆動させ、発電を行うとともに、同時に発生した排熱を給湯や冷暖房などに利用するシステムである。商業施設や産業用の大型システムから、街のレストランでも使える小型のものまで、規模にかかわらず多くの分野に利用されている。

さらに、一歩進んだコージェネレーションとして、つくり出した熱エネルギーを再び電気エネルギーに変え、トータルで従来より最大約1.5倍の電気をつくり出す「熱電可変システム」の普及が進んでいる。また、発電効率が高く大気汚染や騒音の心配が少ない「燃料電池」の実用化も始まっている。しかし、今後、地域冷暖房システムを一層推進するためには色々な長所があってももっと検討が望まれる課題がある。例えば、地域冷暖房及び個別システムのエネルギー効率に関する実態を正確に把握して地域冷暖房の優位性や社会的効用について納得できる客観的な理由を明らかにする必要がある。参考までに日本の熱供給事業法の適用となる事業の条件は次の表10のようになる。

表10 熱供給事業法の概要

区分		熱供給事業法の適用を受ける場合 (以下の要件を全て満たす場合)
要件	需要	一般の需要
	規模	加熱能力21GJ/h以上
	供給数	複数の建物
	事業者	需要家と資本関係のない第三者または自家使用にならない事業者

3.6 学校建築の地域冷暖房

最近、学校の施設は土地利用の効率を向上させる目的で集約的建築計画を立てている例が増加し、室内環境を空調で維持する必要がある。空調計画の面で学校建築の特徴を列挙すれば、用途の複合性、使用時間の多様性、所要空間の拡張性、所要空間の融通性、使用者の高密度化などが挙げられる¹²⁾。

①用途の複合性—学校は講義施設、体育施設、講堂、図書

館、居住施設、事務機能、食堂と売店等で構成され一般的な他の建物とは複合性が高い。②使用時間の多様性—各室の使用時間帯が室の用途によって違う。週末とか休みの時使わない室がある反面、地域社会への開放や研究活動などで休日とか休みの中使われる室もある。③所要空間の拡張性—学生数の増加による理由とカリキュラムの変化による施設増設の必要性である。④所要空間の融通性—カリキュラムの自由な変化による機能的で適用すべき必要がある。⑤使用者の高密度化—教室と講堂等は大勢の人々が高密度で在室する。

このように大学の施設はキャンパスの色々な施設に対する省エネルギー性、環境の保護、施設の安全性、維持管理の合理性、エネルギーの経済性向上などを目的に空調用暖冷房熱源供給、電力、ガス、上下水道、排水処理など各種のエネルギー関連施設を集中処理することが多い。

韓国の国立大学の場合、ほとんどの大学が中央供給システムを採用し、パワープラントというエネルギーセンターを計画し、共同溝を利用して温熱を供給している。温熱源は間歇暖房に効果がある蒸気がよく使われ、冷房は必要によって運転できる用途別、建物別など個別式が大部分である。

一例として韓国の大田にある国立忠南大学のエネルギー使用実態と冷暖房システムについて紹介する。表 11 に大学の一般的な施設現況を示している。キャンパスは大学本部などがある大徳キャンパス(1978 年から造成)と元の大学の敷地にある医科大学、付属病院の普雲キャンパスに分けている。

表 11 大学の施設概要¹²⁾ [単位: 人, m²]

学生数	教授数	校地面積	建築面積	延床面積
16,582	740	1,502,402	98,559	307,993
用途別施設面積現況				
教育基本施設	支援施設	研究施設	附属施設	
166,814	64,626	39,809	36,744	

大徳キャンパスの冷暖房のための装備現況を表 12 に示す。暖房方式は中央供給を基本システムで共同溝などを通じて供給するが、それ以外の建物は建物別に計画されている。冷房に関しては建物別の中央供給をしている装備現況であり、教授研究室とか実験室などのルームエアコンは数えていない。

表 12 冷暖房装備現況¹²⁾

冷凍機		ボイラー	
台数	容量	台数	容量
11 台	1963.7USRT	30 台	109.5T/h
		25 台	9.1 TJ/h

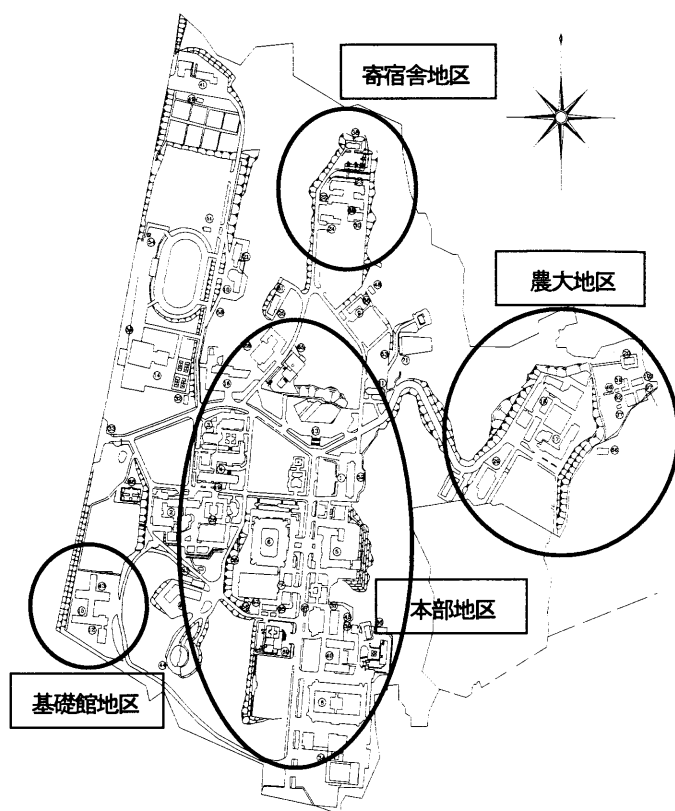


図 11 忠南大学大徳キャンパスエネルギーセンター区域図

図 11 は大徳キャンパスの暖房供給区域図である。暖房熱源はキャンパスの地形(農大)、用途(寄宿舍)、計画時期(基礎科学館)などの理由で四つのエネルギーセンターを計画して供給している。近年建築されている建物の場合はその問題で各建物単位冷暖房施設を計画している状況である。

図 12 は 1998 年から 2000 年まで 3 年間の電気、天然ガス、軽油、B-C 油の総エネルギー使用量実績値である。特徴は 2000 年に入って全般的な使用量が増加していることがわかる。これは研究用途の建物の増加と室内環境に関する設備の増加が原因になって現れている現象と見られる。また、韓国は夏より冬のエネルギー消費量が高い。

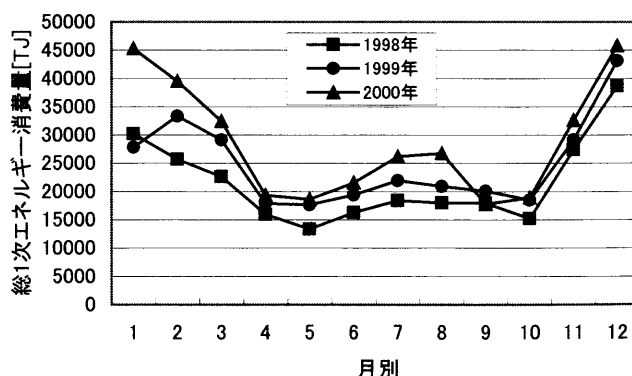


図 12 総一次エネルギー使用現況¹³⁾

図 13 は 2000 年の各エネルギー別、月別使用量を示している。電力消費量が一番多いのを知る。暖房に関しては、使用燃料は 1988 年までは B-C 油が主であったが、近年は政策に

よって天然ガスに変わっている。その他、電力の場合は年中使用率がほぼ同じであり、冷房需要が大きくなっていると思われる。

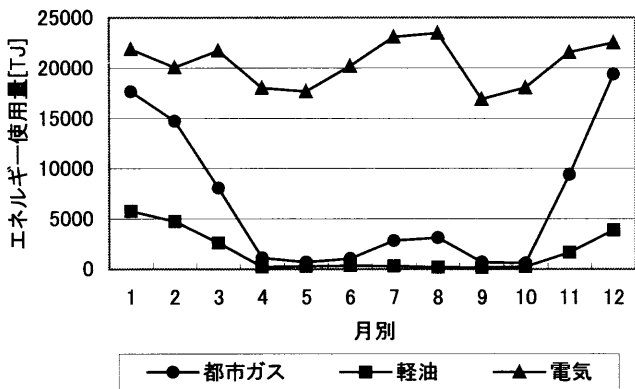


図13 各エネルギー別使用現況¹³⁾

図14は忠南大学の1998年～2000年度の月別総一次エネルギー消費原単位を算出したものである。また、個別冷暖房が主に施行されている九州大学の1997～1999年度の平均年におけるエネルギー消費原単位¹⁴⁾と比べると冬季のエネルギー使用量は忠南大学、夏季の場合は九州大学、年平均には夏季の負荷が大きい九州大学が100MJ/m²で忠南大の81MJ/m²より上回っているのが分かる。

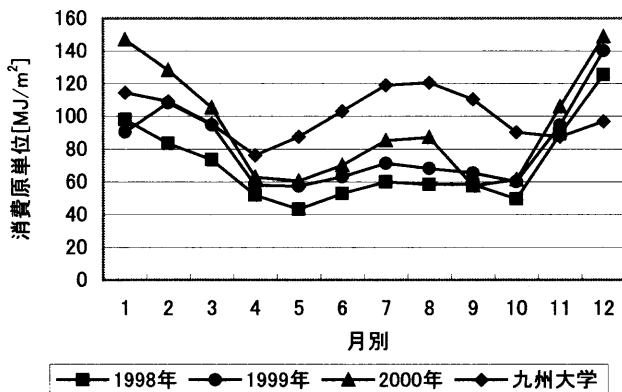


図14 総一次エネルギー消費原単位^{13), 14)}

4. 今後の課題

4.1 未利用エネルギーの活用

韓国の地域冷暖房の計画を立てる際、ヨーロッパや日本で採択されている、身の回りにある様々な排熱、あるいは利用されないでそのままになっているエネルギー源を利用するという考え方が必要である。

都市施設からの排熱、或いは地下鉄の排気塔からの排熱、汚泥処理場から出る温排水等の低温排熱、海水や河川水等の未利用エネルギーを利用したヒートポンプシステムも採用検討の努力が望まれる。

さらに、いま採用されている事例によって地域冷暖房の導入効果は省エネルギー・環境保全面では優れた効果を期待できるが、今後一層地球環境問題などへの対応が求められるこ

とから、より高度な環境先進型のエネルギーシステムの構築が必要だと思われる。

4.2 学校施設への導入

大学の地域冷暖房方式は一般的な地域冷暖房とは異なり、次のような特徴をもっている。即ち、① 冷暖房の期間負荷率が一般のシステムと比較して低いこと、② 冷暖房の同時負荷率も一般のシステムと比較して低いこと、③ 冷暖房負荷は散在されて少ないこと、④ 需要者と供給者が同事業体の場合が多い、等である。この条件に適合な環境にやさしい省エネルギー的なシステムの導入を検討する。

現在、九州大学で計画されている新しい大学施設はその特性(教育・研究・居住機能等)にふさわしい多様な要求への対応、負荷変動に対する制御の容易性、OA機器および実験機器増加による建物負荷の高密度化に対する適応性、建物施設の増加による熱媒供給システムの配管と装置容量のフレキシビリティ等が要求される。このような多様な状況などを考慮してエネルギーの効率的利用やCO₂排出量削減に大きな役割を果たして地球環境保全の面で優れている地域冷暖房システムの導入可能性を積極的に検討する。

5. おわりに

本研究では、韓国のエネルギー事情と地域冷暖房システムについてその現況を述べ、日本の未利用エネルギー活用事例などを例に挙げて大学施設を計画する際に有用な省エネルギー手法に関する資料をまとめた。

今後の研究計画として九州大学新キャンパスを対象に大学における最適な熱源検討、エネルギーセンターの配置、最適エネルギー供給システム選定等に対するケーススタディを行い、シミュレーションを通してシステム集中化によるエネルギー供給の高効率化について検討する予定である。

参考文献

- 1)韓国エネルギー経済研究院: <http://www.keei.re.kr>
- 2)韓国産業資源部: 国際油価動向及びエネルギー節約総合対策、2000年
- 3)外務省: BP Statistical Review of World Energy、1997年
- 4)世界エネルギー会議、1995年
- 5)Oil and Gas Journal、1997年
- 6)韓国エネルギー管理公社: 集団エネルギー事業開発資料集、2000年
- 7)韓国地域暖房公社: <http://www.kdhc.co.kr>
- 8)(社)日本熱供給事業協会: 平成12年熱供給事業セミナー講演資料、2001年
- 9)(社)日本熱供給事業協会: <http://www.jdhc.co.jp>
- 10)資源エネルギー庁長官官房企画調査課編: 総合エネルギー統計、平成8年版、1997年
- 11)佐土原 聡、他: 日本全国の地域冷暖房導入可能性と地球環境効果に関する調査研究、日本建築学会計画系論文集、No. 510、pp. 61-67、1998年8月
- 12)空調調和・冷凍工学会: 空調調和・冷凍・衛生工学便覧Ⅱ、p. 385、1991年
- 13)忠南大学校: エネルギー使用量報告書と設備現況、1998、1999、2000年
- 14)福田健一、他: 大学キャンパスの環境・エネルギー計画に関する研究(その2) 大学施設における電力・ガス消費量調査、建築学会九州支部研究報告、第40号・2、pp. 361-364、2000

(受理: 平成13年5月31日)