

## 都市와 地域 暖 冷 房

千 葉 孝 男

千葉孝男氏は日本 高砂熱學工業株式會社 理事, 技術研究本部長이시며 또한 日本空氣調和衛生工學會理事로서 이 分野에서의 日本의 elite로서 自他가 共認하는 분이며 이번에 編輯者의 懇請에 依하여 公私로 多忙하신중 貴重한 原稿를 보내주셨다. 이 點 特히 感謝드리며 原稿는 冊子라고도 할 수 있는 大分量의 것으로서 6節中 2節만을 우선 發表하고 나머지는 다음號에 連載하기로 하였다. 다음으로 미룬 內容은 다음과 같다.

3. 地域暖房設備의 代表例; New York, Paris, 西 Berlin, Munchen, Stockholm地域冷房의 實例

4. 地域暖冷房의 發展形態와 計劃手法

5. 地域暖冷房과 省 Energy: Energy 消費伸長과 Energy危機, 地域暖冷房과 省 Energy, 熱供給發電方式, 먼지燒却餘熱利用方式

6. 結 論

### 1. 地域暖冷房의 歷史

#### 1.1 불의 起源과 暖房에의 利用

太古적에 四足步行으로부터 直立步行으로 變하고 손으로 道具를 利用하는 것을 익히면서 人類는 처음으로 다른 哺乳動物과는 確然하게 다른 歷史를 쌓기 始作하여 그 後의 人類의 知能의 充實과 知識의 進歩發展을 이룩하여 今日의 優秀한 人類社會를 構築하기에 이르렀다.

그러나 道具를 發明할 때의 原始人도 불의 積極的 利用法은 그렇게 아는바가 없던 것으로 생각된다. 原始人으로서의 불은 산불이나 火山의 噴火에 依해서 알고 이것들이 神의 노여움의 表示로 생각되어 恐怖의 對象에 지나지 않았을 것이다.

그러나 불에 다가서면 따뜻함을 느끼고 또한 適當히 구운 獸肉은 大端히 맛있는 飲食임도 알았을 것이다. 여기서 原始人은 恐怖의 對象으로서의 불이 生活에 利로운 불의 役割을 發見하였을 것으로 믿어진다. 希臘의 神話에 Prometheus가 太陽으로부터 불을 훔쳐서 地球로 가져왔다고 傳해지나 이 이야기는 人類의 恐怖의 對象으로서의 불이 아니라 人類에 有益한 불의 起源을 傳하는 말일 것이다.

最近에 類人猿과 같이 原野를 彷徨하며 野宿하던 原始人도 雨露를 막고 酷毒한 寒暑의 氣候로부터 身體를 保護하기 위하여 漸次로 洞窟로 몸을 避하며 더 나아가서 地上의 樹木으로 덮게를 만들어 집으로 함에 이르러 積極的으로 불을 利用하게 되었다. 그 當時의 불은 땅에 판 움막안에서 피워서 飲食을 調理하고 그 안을 따뜻하게 해서 추위에서 몸을 保護하는데 利用되었다. 이와 같은 불의 利用法은 現在의 發展된 人類로서도 전혀 變함이 없다고 할 수 있다.

그後 住居形式의 發展과 더불어 人類의 暖房法도 漸次로 進歩發達하여 왔다. 古代 Rome의 莊麗한 住宅에서는 Hypocaust라고 불리우는 溫突과 같은 暖房法이 利用되던 있었다(그림 1). 即 室內의 돌로 된 바닥 밑에 空間을 만들고 여기에 장작등을 때서 생기는 燃燒가스를 通하게하여 바닥을 덥힌다음 壁속에 만든 煙道를 通해서 屋外로 排出하는 방식이다. 이는 現在의 暖房技術에 있어서의 溫風幅射暖房과 本質的으로는 조금도 다른 點이 없다고 할 수 있다. 그러나 바닥에 간 돌 틈으로부터 간혹 燃燒가스가 새나와 一酸化炭素에 依한 中毒事故等도 있었던 것으로 推理된다. 그後 mantelpiece, 火爐, Stove 같은 暖房器具가 暖房用으로 利用되었다. Austria의 Vienna

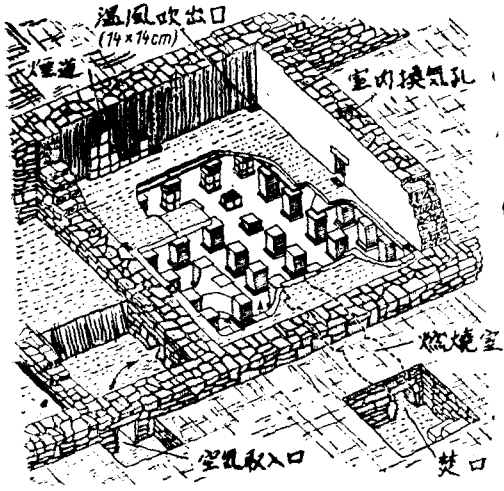


그림 1. Hypocaust

郊外에 있는 Austria Hungary 帝國의 Habsburg 왕가의 18世紀에 세워진 離宮 쉐부른宮에서도 그림 2와 같은 陶器製의 stove가 큰房에 設置되어 있을 뿐이다. 이를 보면 그 榮華를 누렸던 女帝 마리아·테레지아도 現代의 우리生活에 比하여 아주 빈약한 暖房設備속에서 生活하였던 것으로 생각된다.

### 1.2 近代暖房技術의 出現<sup>1)</sup>

人類에 있어서 最初의 燃料은 나무나 나무잎이었다. 그러나 西歷前 300年(B.C. 300)頃 希臘詩人인 石炭에 對하여 말하고 있고 Marco Polo가 西歷 1275년에 中國으로부터 歐洲로 돌아왔을 때 東洋에서 石炭이 使用되고 있음을 傳했다. 또 石油에 關해서는 巴구의 石油가 聖書에 씩어지 있다. 1859년에 美國에 石油井이 파지고 1861년에는 露西亞사람이 oil burner를 發明하였다. 또한 天然가스는 1609년에 和蘭의 化學者에 依하여 發見되었으나 그 當時에는 使用法을 몰라 1798년에 처음으로 人造가스가 家庭暖房에 利用되었다.

1) 註 1. J. F. Collius. Jr.; History of District Heating, District Heating, Vol. 62, No. 1, 1976. p18

한편 建物の 暖房에 溫水나 蒸氣를 利用하는 點에서는 1716년에 Sweden의 Sir Martin Trienwald가 나무를 燃料로해서 溫突에 敷設한 銅管에 溫水를 通하게 한것이 溫水暖房의 始初라고한다. 또 1742년에 英國의 法律家 Sir Hugh Plat가 室外에서 發生시킨 蒸氣를 管으로서 室內로 보내 暖房하였으며(그림 3. 註 1의 文獻에서 引用) 이때 直接 蒸氣를 室內에 放出한 때문에 室內의 溫度도 上昇하였으나 濕度가 上昇하는것을 防止할 수 없었다. 또 1745년에 Sir william Cook이 英國의 Manchester에 있는 自宅에 Pipe Coil을 敷設하여 蒸氣暖房을 함과 同時에 같은 方法으로 建物群에 蒸氣를 보내 暖房을 하는 方法을 提示하고 있다. 이 Cook의 提示가 地域暖房에 關한 世界最初의 提案인 것으로 생각된다.

産業革命의 發端이 된 James Watt의 蒸氣機關의 發明은 1774년의 일이었으나 Watt는 金屬製보이러를 地下室에 設置하여 20 ft.×20 ft. 넓

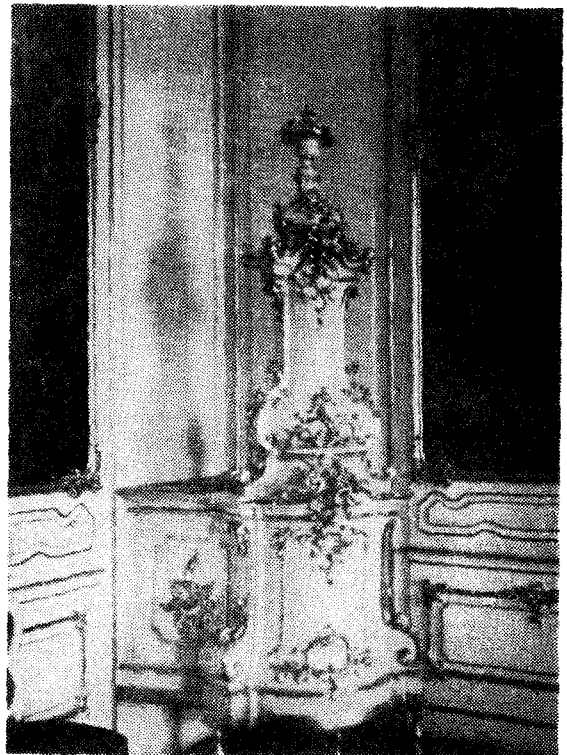


그림 2. 쉐부른宮의 Stove

이의 自己作業場을 暖房하였다고 傳해진다. 또한 蒸氣機關을 使用한 最初의 Fulton船이 1807년에 建造되어 그 11年後에는 蒸氣機關을 다른 汽船이 大西洋을 橫斷하고 있다. 蒸氣機關車는 1830년에 美國에서 完成되었다.

이런 보이러와 蒸氣機關의 發明을 契機로 하여 暖房技術도 急激한 發展을 하기 始作하여 1793년에 Green은 室內구석에 直徑 9인치의 空氣다트를 設置하고 그 다트中心에 3인치의 管을 놓고 여기에 蒸氣를 通하여 現在의 Baseboard Heater와 같은 暖房을 하였고 1816년에는 英國에서 溫水를 熱媒로한 暖房裝置가 出現되었다. 1830년에는 美國에서도 建物에 溫水暖房이 施行되게 되었으며 鑄鐵製의 管子음쇠가 만들어지고 1859년에는 그때까지 室內用放熱器로서 使用된 Pipe Coil에 代置하여 鑄鐵製放熱器가 發明되었고 同時에 鑄鐵製 Sectional Boiler의 特許가 提出되었다.

이와같은 産業革命에 依한 新技術의 發明發見이 그때까지의 暖房技術에 革新을 가져옴과 同時에 그 다음으로 始作되는 地域暖房의 素地를 形成하였던 것이다.

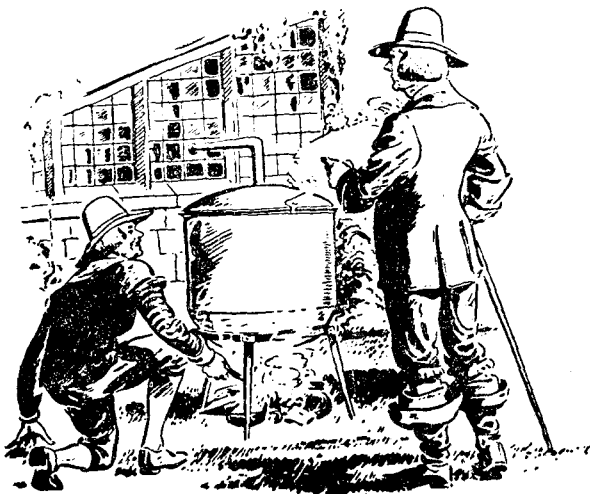


그림 3. Hugh Plat의 蒸氣暖房

### 1.3 地域暖房의 出現과 發展

前述한바와 같이 이미 18世紀에 小規模 建物群에 對한 地域暖房이 考慮되었으나 다음에 都市全體에 對한 地域暖房計劃이 Swiss의 W. Zublin에 依해 Zürich市를 對象으로 計劃, 設計되었다. 그러나 이런 企劃은 아깝게도 그 實現은 보지 못하였다.

地域暖房이 世界最初로 實現된 것은 美國의 Birdsl Holly에 依한 것이었다. Holly는 元來 水力機械 技術者로서 回轉式펌프(rotary water pump) 등을 만들고 있었으나 工場을 擴張할 目的으로 New York州의 Lockport로 옮겨 거기서 地域暖房을 實現할 것을 생각하였다. 그는 우선 31 Chestnut Street Lockport에 있는 自宅에 보이러를 設置하고 pipe coil로서 自宅의 蒸氣暖房을 하였다. 이때의 蒸氣壓力은 10 psi로서 凝縮水는 바이러로 還水하였다. 다음으로 이 蒸氣를 地中埋設管으로 附近의 建物에 供給할 것을 생각하고 처음에 1吋管을 500 ft., 다음에 1½吋管을 490 ft. 埋設하여 附近住宅에 蒸氣를 供給하였다. 이때의 配管은 鐵管에 아스베스토, 펄트 및 마니라紙를 감고 이를 톱밥을 채운 10吋×12吋의 나무箱子에 넣어 地下 3 ft.에서 3.5 ft. 깊이로 埋設한 것이었다. 自宅과 附近建物에 對한 蒸氣暖房과 地域暖房의 實驗에 成功한 Holly는 2,500弗을 投入하여 The Holly Steam Combination Company라는 暖房會社를 Lockport에 設立하고 1877年 10月부터 壓力 30 psi로 運轉하는 보이러로서 14棟의 需要家에게 蒸氣의 供給을 始作하였다. 配管은 2吋管과 4吋管 2,350 ft.를 敷設하고 그後 새로이 水管보이러를 設置하여 1879년에는 配管延長이 14,000 ft.에 達하였다. 다음으로 1880년에 壓力 80psi의 蒸氣를 8吋管으로 數棟의 工場으로 供給하고 그 排蒸氣를 暖房設備에 利用하였다. 이와같은 急速한 發展을 거듭하여 1881년에는 Holly는 The American Steam Company를 設立하였다.

이런 Holly의 成功은 各地에 傳해져서 그後 Denver, New York市를 包含하는 各地에서 地

域暖房이 始作되었다. Wallace C. Andrews가 Lockport의 技術을 調査하여 1879년에 The Steam and Power Company of New York를 設立하였다. 이 會社의 建設이 始作된 해는 Thomas Edison이 New York市街地에 電線을 敷設한 해이기도 하다. 卽 Holly의 地域暖房의 實現은 Thomas Edison의 白熱電球의 發明보다 빨랐던 것이다. 또 失敗後에 Andrews會社에 吸收되었다고는 하나 1880년에는 New York에 競爭會社인 The New York Steam Company가 나타났고 美國에서의 地域暖房의 發展이 極히 빨랐던 것으로 생각된다. 그리고 1909년에 美國에서 地域暖房協會가 設立되었다.

19世紀末의 發電方式은 不凝縮形의 往復動蒸氣機關이 使用되고 있으며 그 排蒸氣를 地域暖房에 利用함은 當時의 小規模 電氣會社로서는 大端히 效果的인 排氣의 利用法이었다. 그러나 얼마안가서 蒸氣터빈에 依한 發電方式이 생겨나기에 이르러 地域暖房事業이 獨自의으로 施行되게 되었다.

歐洲의 地域暖房은 前述한 바와 같이 Swiss의 Zürich에 對한 Zublin의 計劃이 있었으나 實際의 設備가 實現한것은 美國보다 늦어진 것 같다. 卽 最初의 歐洲의 地域暖房設備은 1901년에 Poland의 Warsaw에서 施行되었다고 하며 다음에 Austria의 Vienna에서 1907년에 Denmark 사람의 計劃으로 地域暖房이 開始되었다. 英國에서는 1896년에 Lord Kelvin이 London市의 廢棄物燒却熱을 利用하는 計劃을 세웠으며 1911년에는 Manchester 地域暖房이 開始되었다. 其他 Denmark, 獨逸, Finland, Hungary 등에서도 19世紀末부터 地域暖房이 開始되었다고 傳해진다. 그리고 20世紀에 들어서는 歐洲各國에서 地域暖房은 都市設備의 一部로서 그 地位를 確保하기 始作하였다.

當時의 歐洲의 地域暖房도 當初에는 蒸氣機關의 排蒸氣를 利用하는 것이었으나 後 蒸氣터빈의 凝縮熱을 利用하는 溫水를 熱媒로하는 방식이 全面的으로 採用되기에 이르렀고 蒸氣를 熱媒로하는 예는 Paris市街地를 除外하면 主로 工場의 Process用으로 供給하는 경우에 限하여 있는 것 같다.

美國의 地域暖房은 Holly의 創始以來 着實하게 諸都市로 採用되어 成長하고 있고 또한 1962년에는 世界最初의 地域冷房設備이 Hartford市에서 營業을 開始하여 後 各地에서 地域冷房設備가 實現되어왔다. 이에 對하여 歐洲의 地域暖房은 第二次世界大戰終了前까지는 그 成長도 一進一退의 이었으나 後 戰災로 壞滅한 都市의 復興計劃에 地域暖房計劃이 考慮됨과 同時에 各地의 人口의 都市集中化에 따라 都市周邊에 住宅都市나 住宅團地의 建設이 盛行하여 이들에 對해서도 地域暖房이 採用되어 地域暖房이 急速하게 成長發展하였다. 이러한 歐美諸都市의 事情에 比하면 東洋에서는 이제 始作段階에 있을 뿐이며 日本과 韓國의 一部都市 住宅團地에 採用되어 있음에 不過하다.

## 2. 都市設備로서의 地域暖冷房

### 2.1 都市發展과 都市問題의 發生

都市란 「數千 또는 數萬以上の 사람이 集團의으로 살고 그를 包含하는 地域의 社會的 經濟的 政治的 活動의 中心이 되는 場所」라고 말할 수 있을 것이다. 勿論 現實의 都市는 만드시 이들 社會 經濟 政治的인 要素를 全部를 兼備하는 것만은 아니다. 各都市의 出現狀況이나 後의 歷史的 變遷으로 그 存在意義나 機能도 變化하고 있을 것이다. 옛적에 軍事的 目的으로 어느 一定地域을 城壁으로 둘러싸서 만든 軍事都市, 定期的인 市場의 開催에 依해서 發展한 商業都市, 行政官廳의 集中化를 目的으로 만들어진 行政都市 其他의 工業都市, 學園都市 등 그 形態 種類도 多樣하다.

그러나 어떤 都市든 그 核이 되고 中心이 되는 建物 또는 地域으로부터 漸次로 그 周邊으로 發展擴大되는 것이 一般의일 것이다. 이러한 都市의 擴張이 20世紀 特히 第二次大戰後 急速하게 進行되어 周邊地域으로부터의 人口의 集中化와 高密度化가 世界各地에서 顯著하게 進行되고 있다. 그리고 行政區劃에 依한 都市의 範圍에 重點을 둔 所爲 都市(city)가 漸次로 그 周邊地域을 包含하는 都市生活을 基盤으로 하는 都市社會(urban society)로 發展하고 또한 大都市圈으로 불

리우는 metropolice 或은 metropolitan area로 擴大되고 더 나아가서 이런 大都市圈이 連帶狀態를 이루어 所爲 megalopolice를 形成하는 段階까지 到達해 있다.

이러한 世界各地에서의 都市에의 사람들의 集中化와 都市의 發展, 다른 한편으론 近代技術의 發展에 따른 生活樣式의 變化등이 새로운 여러가지 都市問題를 發生시키게 되어있다. 예를 들어 都市內부의 slum化現象 或은 sprawl化 現象 등이 現在 世界各地의 都市에의 問題로 되어 있다. 都市問題는 各各의 都市가 놓여있는 特殊事情이나 條件에 依하여 달라지나 다음에 列舉하는 여러面에서 發生하는 數 많은 問題가 解決을 強要當하고 있다.

- (1) 人口問題
- (2) 土地問題
- (3) 水利問題
- (4) 生活問題
- (5) 文化·教育問題
- (6) 産業立地問題
- (7) 消費問題
- (8) 交通問題
- (9) 政治·行政問題

이와같은 여러問題는 全部 政治, 經濟, 社會, 文化, 技術등의 各面에서 綜合的으로 解決되어야만 하는것들 뿐이다.

그러나 이들 都市問題의 大部分은 解決이 困難한 것들이 많고 이들이 都市環境을 惡化시키고 同時에 그 環境의 變化가 또다른 都市問題 發生의 原因으로 되고 環境惡化를 助長하고 있는 것이 現狀일 것이다.

이들의 여러問題中에서 科學技術的으로 解決이 時急한 것들로서는 住宅供給, 交通緩和, 公害防止 등이 第二次大戰以後 或은 1950年以後의 큰課題였다. 그중에서도 특히 우리들에게 興味있는 問題는 都市公害이다. 1952年 12月 4일에 始作된 London의 smog에 依한 濃霧는 12月 9일에 이르러 겨우 除去되었으나 이동안에 氣管支炎, 氣管支肺炎, 心臟病 등으로 約 4,000名이 死亡하였다.

이와같은 London의 濃霧는 1962年 12月 6日에도 發生하여 그때의 死亡者는 750名에 이른다고 傳해진다. London의 안개는 産業革命以來 有名하게 되고 1873年, 1891年, 1892年, 1948年에도 같은 濃霧로해서 死亡者가 增加하여왔다.

都市의 大氣汚染은 London에서와 같이 建物の 暖房設備나 工場의 보이러에서의 燃燒排氣에 依한 것과 美國의 Los Angels에서 典型的으로 나타나는 것과같은 自動車の 排氣가스에 依한 것들이 있다. 이와같은 大氣汚染公害에 對해서는 그後 世界的인 問題로 되어 國際聯合이나 世界保健機構(W. H. O.)를 爲始하여 各國에서 時急히 解決되어야할 問題로 여겨져서 最近 漸次로 解決되는 方向으로 움직이게 되었다.

## 2.2 都市設備의 充實의 必要性

圓滑한 都市活動을 確保하고 都市環境을 良好한 狀態로 維持하기 위한 物質的 基盤으로서는 다음과 같은것이 있다.

- ㄱ) 給排水 system
- ㄴ) 廢棄物處理 system
- ㄷ) Energy供給 system
- ㄹ) 情報, 通信 system
- ㅁ) 交通, 輸送 system

이와같은 여러 system은 一括하여 都市設備라고 불려지며 「建物內外에서 人間生活의 便益을 圖謀하는 機械的構成要素」라고 定義된다<sup>1)</sup>. 이들은 또한 都市를 形成發展시키기 위한 經濟的基盤(infrastructure)의 一部라고 생각할 수 있다.

이들의 都市設備中에는 水道와 같이 歷史가 긴 것도 있으나 情報通信 system과 같이 最近에 急速한 技術的發展을 이룩하것도 있다. 이들의 都市設備의 都市內에서의 普及程度가 區區한것은 當然之事일 것이다. 上述한바와 같이 上水道는 古代부터 있었고 有名한 Roma의 水道는 西紀前 300年頃(B. C. 300)에 이미 建設되었고 延長 18 km에 達하고있다. 그後 中世에는 一時 衰退하였으나 18世紀에 이르러 蒸氣펌프의 發明으로 歐洲 諸都市에서 急速하게 發展하여 오늘날에 이르고

1) 尾島俊雄編; 都市의 設備計劃, p88, 1974 東京鹿島 出版會

있다. 이에 대하여 下水道는 Pakistan의 西紀前 4,000年の 遺石 모헨조, 다로에 이미 있었다고 傳해지며 또 古代 Roma의 遺跡도 有名하다. 그러나 近代의 下水道의 始作은 19世紀의 歐洲에서 의 콜레라의 大流行을 防止하기 위하여 Paris (1933年), London (1887年)에서 系統的으로 設置된 것이 最初라고 말해진다.

社會, 經濟의 發展과 더불어 都市環境의 整備, 充實이 要求되게 되나 都市設備은 都市의 社會資本을 形成하는 重要한 役割을 擔當하고 있다. 社會資本은 國家나 都市의 生産基盤이나 生活基盤이 되는 것으로서 그 性質上「利潤의 追求 또는 私生活의 向上에 依한 投資만에 依存하고 있을 때에는 그 存在量이 不足하거나 或은 顯著하게 不均衡하게 되는 등 바람직하지 못하는 狀態에 놓이게 될 수가 있다」(資本; 日本 政府經濟審議會 社會資本研究委員會報告書)는 罣려가 있음으로 이는 政府와 地方自治團體等의 政府資本과 民間資本의 兩者의 參加를 必要로 하는 것이다.

이와같은 社會資本의 一環으로서의 都市設備의 充實化야말로 既存都市 新興都市를 不問하고 現在 要求되어 있는 最大課題의 하나일 것이다. 地域暖冷房設備도 이와같은 都市設備中의 Energy 供給 system의 하나의 形態로서 社會資本의 하나로서 評價됨으로써 비로서 그 意義를 찾을 수 있게 된다.

### 2.3 地域暖冷房의 意義

地域暖冷房은 다음과 같이 定義할 수 있다. 即 「地域暖冷房이란 하나의 都市 또는 하나의 地域內의 住宅, 商店, 事務所, 病院, 學校, 或은 工場等의 各種各樣의 建物이 個別的으로 暖冷房用 熱源裝置를 갖지 않고 個個의 要求에 應하여 蒸氣溫水 또는 冷水等의 熱媒를 1個所 또는 數個所에 集中된 熱源 plant에서 配管을 通하여 供給하는 施設을 말하며 小規模의 것은 group 또는 block 暖冷房」이라고 불려질 수도 있다.

1) 日本建築 center: 都市에 있어서의 地域暖冷房의 建設技術에 關한 研究, 研究報告, p4, 1975, 東京

이와같은 地域暖冷房設備가 都市設備로서 導入될 때의 效果에는 다음과 같은 것이 있다.

- ㄱ) 大氣汚染防止效果
- ㄴ) 生活環境向上效果
- ㄷ) 都市災害防止效果
- ㄹ) Energy 有効利用效果
- ㅁ) Net work 形成에 依한 都市 Energy 管理 向上效果
- ㅂ) Infrastructure 導入에 依한 都市機能의 維持增進效果
- ㅅ) 積雪寒冷地에서의 環境維持效果

이와같은 諸效果의 詳細한 內容과 이들 效果를 期待할 수 있는 地域의 立地條件 또는 選定指標 그리고 그 效果를 完遂할 수 있게 하기 위한 地域暖冷房 system의 所要條件을 代替案도 包含하여 表 1에 表示한다<sup>1)</sup>. (表 1은 다음號에 게재예정)

이미 歐洲都市에서는 地域暖房設備는 都市設備의 一環으로서 必要不可缺의 設備로 되어 있다. 이는 歐美各國의 經濟擴大 技術發達에 依한 生活水準의 向上이 제일 큰 原因일 것이다. 이에 더하여 獨逸以北의 西歐文明이 發達한 諸國은 北韓 45°를 넘는 高緯도에 位置하여 그 氣候가 寒冷한 것도 큰 要因으로 되어 있다. 이와같은 氣候와 經濟가 어떤 나라에서는 法律로서 室溫의 維持가 義務化되고 또 많은 나라에서 住宅 其他 建物의 外壁의 斷熱을 法律로서 規定되기로 하는 狀況을 나타내게 하고 있다. 이에 比하면 日本, 韓國을 包含하는 亞細亞諸國은 歐美諸國에 比하여 南쪽에 位置하고 氣候가 大略으로 溫暖하며 오히려 冷房을 必要로 하는 地理的 氣候條件에 있는 듯 그리고 그에 더하여 經濟적으로 歐美諸國에 比하여 한 段階 낮은 水準에 있던 일 등이 地域暖房은 고사하고 所爲 中央暖房마저도 普及되지 못하였던 原因일 것이다. 亞細亞諸國의 여러 都市는 高度의 經濟成長을 이룩했다는 日本을 包含하여 道路, 上下水道, Energy 供給設備(電力, 가스等), 地域暖房 等의 都市設備를 今後 經濟發展과 발맞추어 充實化시켜 가지 않으면 안될 事情에 있다. 우리는 亞細亞사람으로서 地域暖房의 採用, 普及이 今後의 큰 課題의 하나임을 理解할 수 있을 것이다