

53. 都市内大規模河川（ソウル市清溪川）の復元による暑熱現象改善効果の実証

Mitigation of Thermal Stress by A Large Restoration of Inner-City River (Cheong-Gye Stream in Seoul)

一ノ瀬俊明¹・白迎玖²・嚴香姫³・三上岳彦⁴

ICHINOSE Toshiaki¹, BAI Yingjiu², UM Hyang-Hee³ and MIKAMI Takehiko⁴

ABSTRACT: The principal objective of this research is to clarify the mitigation effect of heat island and air pollution in Seoul city after the restoration of the Cheong-Gye Stream and green spaces which has been one of the main highway in Seoul. The authors are monitoring several meteorological parameters such as air temperature, humidity, wind speed/velocity, and heat budgets using the automated meteorological data acquisition system settled by themselves. Also they have made field meteorological observations in and around the Cheong-Gye Stream area twice before the removal of overhead highway in June and August, 2003. Most of the previous studies, which aimed to evaluate and predict the mitigation effect of urban heat island by the expansion of water surface and green spaces in a big city, applied numerical simulation using urban climate model. However, the ongoing the Cheong-Gye Stream restoration project in Seoul city will surely provide us a rare opportunity to verify the mitigation effect of heat island by monitoring the various meteorological factors during the course of this big project from beginning to completion. The results might contribute not only to the urban climatology but also to the urban planning studies.

KEYWORDS: heat island, river, mitigation, thermal stress, restoration

1 はじめに

河川など都市内の水体は、都市を構成する他の地表面と比較して表面温度が低く、顕熱の放出が小さく抑えられている。またそこでは蒸発が促進されることにより、地表面での熱バランスに占める潜熱の割合が大きくなり、その場所で地表面が大気を暖める効果は小さくなる。これら水体の空間的な規模は都市全体に比較して決して大きなものではないが、時に都市と郊外の気温差に相当する気温差を生じることもある（藤部，1998）。では、今日盛んに提唱されている環境共生型まちづくり、例えば、都心における清流の大規模な復活は、本当に都市の暑熱緩和に効果があるのだろうか。これを検証する絶好の機会が、今まさに訪れようとしている。

1 （独）国立環境研究所 National Institute for Environmental Studies, 16-2, Onogawa, Tsukuba 305-8506, Japan / 千葉大学 Chiba University, Matsudo, Japan

2 東北公益文科大学 Tohoku University of Community Service and Science, Sakata, Japan

3 大韓民国気象庁気象研究所 Meteorological Research Institute, Seoul, Korea

4 東京都立大学 Tokyo Metropolitan University, Hachioji, Japan

2 ソウルの大規模な清流復活事業「清溪川復元」

かつて清溪川（チョンゲチョン）は、ソウル市中心部を東西に流れ、漢江（ハンガン）に合流する延長約 10.92km の都市内河川であった（Fig.-1）。洪水対策として大規模な改修工事の行われた李氏朝鮮の時代から天然の都市下水路としての性格を有していたが、20 世紀初頭のソウルへの人口集中は、清溪川周辺地域を代表的な人口密集地域へと変え、河川周辺地域の衛生問題を深刻化させた。この問題に対処すべく行われた 1950 年代後半に始まる本格的な覆蓋道路化（暗渠化）工事を受けて、沿道の市街化と交通量の増加が進行し、1970 年代初頭には約 6km の清溪高架道路（4 車線）も完成した。これは東大門（トンデムン）市場などソウル市の繁華街を通過している。今日、かつての清溪川の面影を見ることはできない。

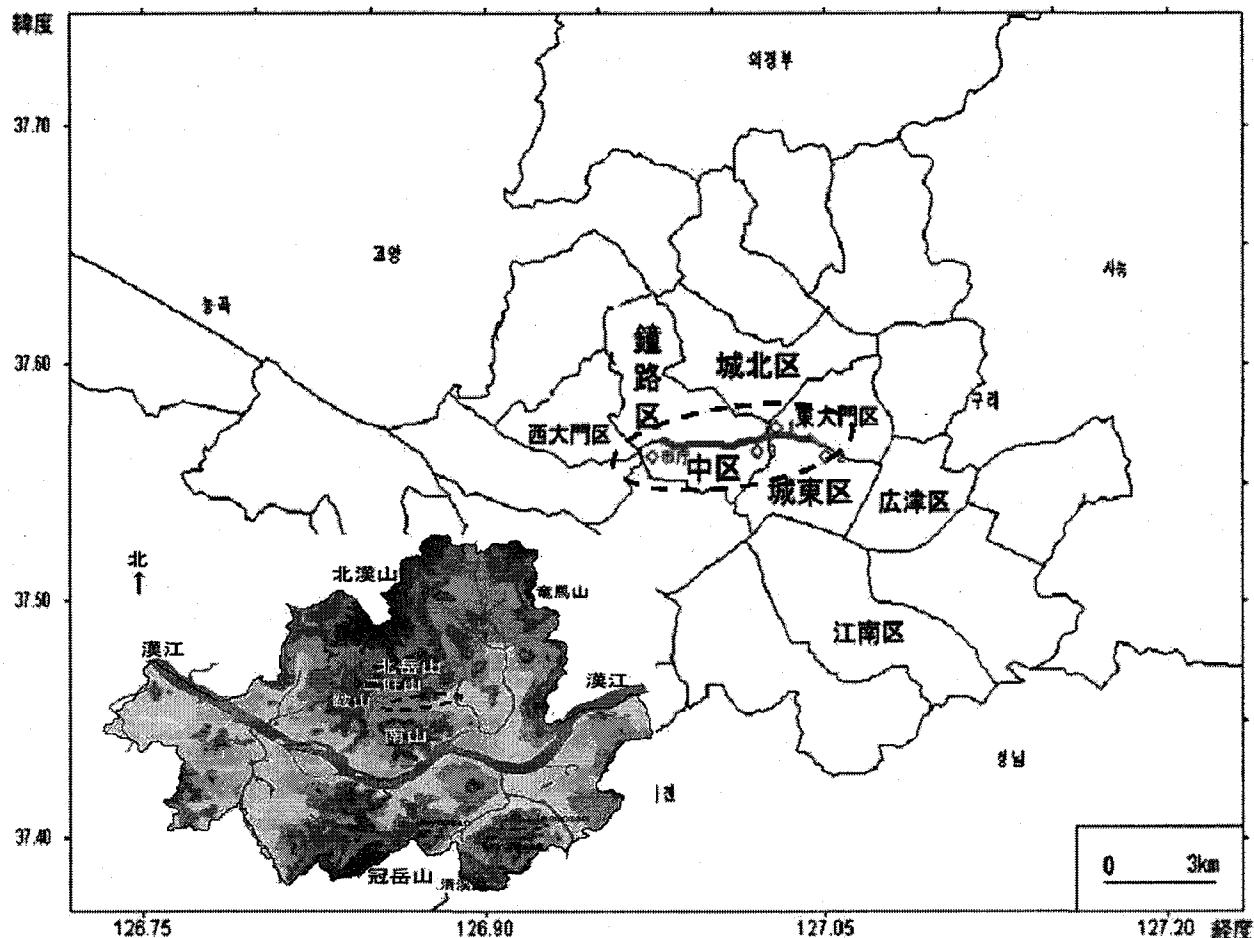


Fig.-1 ソウル市における「清溪川復元」事業対象地（点線で囲まれた地域）

ソウル市（面積 605.52km²：1997 年，人口 1026 万人：2000 年）の範囲を左下に示す。

しかし近年、聖水（ソンス）大橋崩落事故を受けてのインフラ一斉点検の結果、高架道路や覆蓋構造物にも安全性などの問題（手抜き工事、暗渠からの腐食性ガスによる大気汚染）が指摘された。また近年、人と自然が中心となる環境にやさしい街づくりが見直されており、この機会に清溪川を都市内の大規模清流・親水空間・高価値ビオトープとして復活させようという動きが市民サイドから巻き起こっていった。このような背景のもとソウル市政府は、この高架道路を数 km に渡って撤去し、従前の都市内河川（清溪川）を復活させる事業を決定した（Fig.-2）。

2003 年 7 月 1 日に着工したこの清溪川復元工事では、側道（一方通行で各 2～4 車線）を残し、高架道路を撤去するところから始まった（Fig.-3, 4）。また、その次に直下の暗渠を開削し、最終

的には緑豊かな親水空間を創出するというものである。中央の高架部分を含めた清溪川路（チョンゲチョンノ）の幅は全体で約 50m 前後である。初年度は撤去が中心となり、次年度は河道の掘削へと進む。清溪川の流域面積は 50.96km² と狭いため、水量維持のために下水処理水なども水源として想定されている。

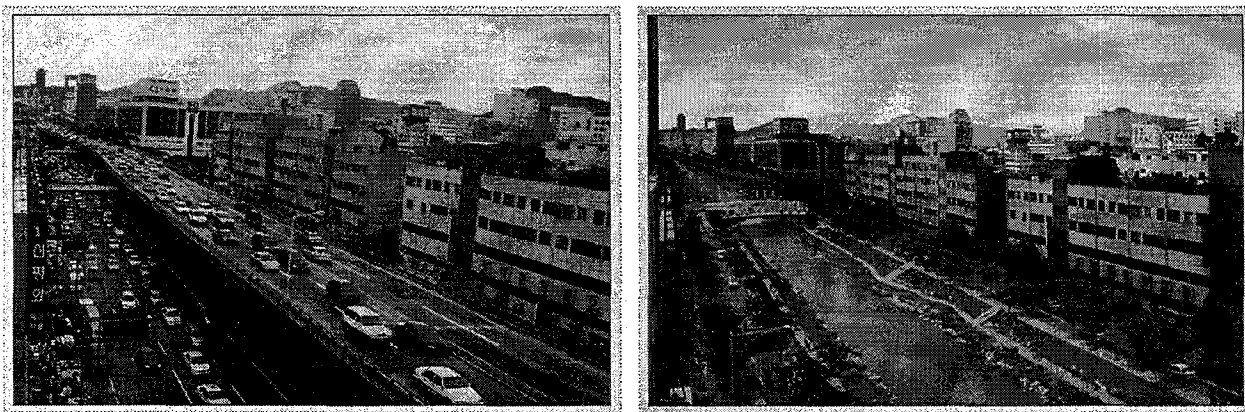


Fig.-2 東大門付近における景観の現状（左）と将来予測（右）

新平和（シンピョンワ）市場屋上から西方を望む。

（提供：ソウル市清溪川復元推進本部）

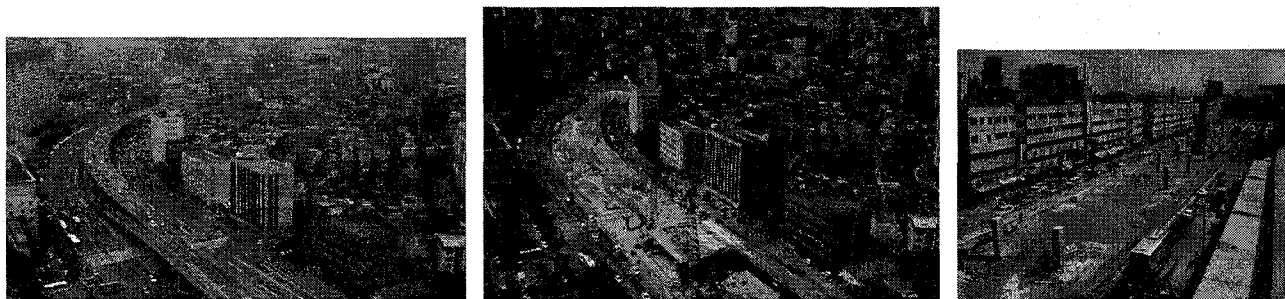


Fig.-3 城東（ソンドン）区庁から西方を望む

（左）2003 年 6 月中旬（高架道路閉鎖直前）（中）同年 8 月中旬（高架道路撤去工事中）

Fig.-4 高架道路撤去工事の様子（右）

新平和市場屋上から東方を望む。

この復元工事は周辺地域の再開発と一体のものとして検討されており、復元後の良好な環境が周辺地域の再開発を加速し、地域の均衡ある発展やローカルな経済の活性化にも貢献すると考えられている。復元工事に先立っては当該事業のもたらす経済効果、生態系への影響、水環境影響などに関して多面的なアセスメントが行われてきている。アセスメントの段階では合意形成に向けた国際シンポジウム（2002 年）なども行われ、日本からは国土交通省の島谷幸宏博士もビオトープの専門家としてパネラーに招聘されている。

3 都心における清流の大規模整備：暑熱緩和効果検証のチャンス到来

日本をはじめ世界の様々な都市で、都市環境の再生について大きな関心が集まっており、市街地に自然度の高いビオトープを再生するミティゲーションによる手法が注目されているが、都市内におけるこのような大規模な清流の復活は世界にも例がない。この事業の環境改善効果としては、交通量の減少による大気浄化はもとより、河川周辺の夏季における暑熱の緩和（気温上昇の抑制）効

果にも注目が集まっている。今回のような大規模なミティゲーションについては先行事例がなく、数値計算（キム・キム，2001）で仮想的には評価されえたものの、実地（大気汚染やヒートアイランドの深刻化している現実の大都市内）でその効果を検証できる機会は世界で初めてといえる。自然共生による都市再生戦略との関連で、都市内の自然生態系としての水と緑のネットワークづくりが検討されているわが国のまちづくりにも、おおいに役立つ貴重なデータが取得されるまたとないチャンスである。

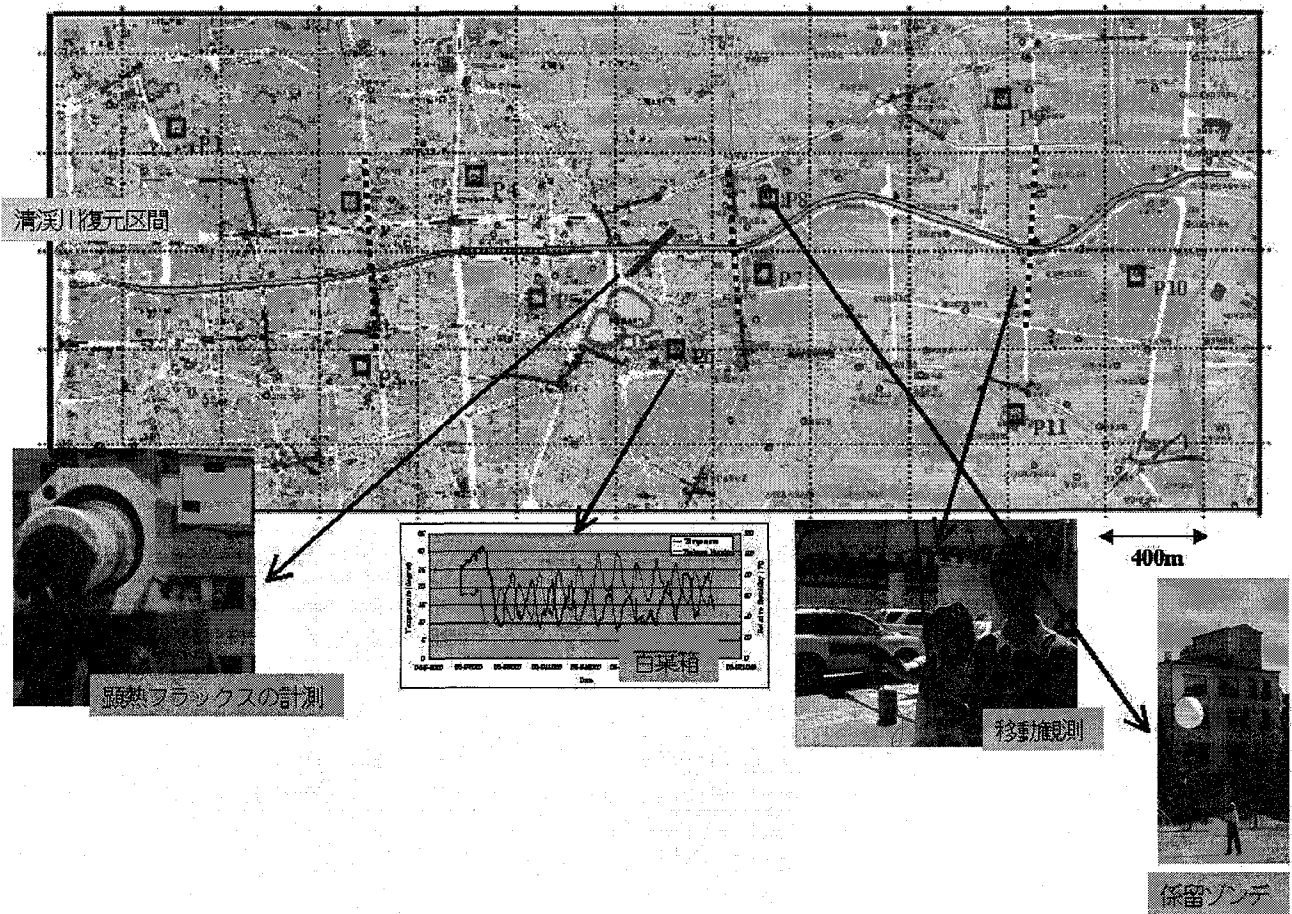


Fig.-5 清溪川復元事業対象地域周辺における気象観測の概要
清溪川路のうち施工対象区間にハッチをかけた。

以上の背景を踏まえ、都心の大規模河川空間復元がもたらす暑熱現象緩和効果の定量化を目的として、著者らは当該事業の前後にわたる暑熱環境の総合的なモニタリング（対象地域における気象観測）に着手した（Fig.-5）。工事完成後の2006年夏まで継続的に一連のモニタリング及び集中観測（8月を中心に）を推進し、都市大気に与えられた熱負荷の経年変化及び事業対象地域周辺における環境再生効果（大気・熱環境）を明らかにする。事業前後の比較結果が得られるのは2006年夏であるため、本報では着工前及び着工初期段階でのモニタリング結果についてのみ言及する。

著者らは高架道路撤去区間周辺の11地点（主に小学校の校庭などの百葉箱を活用）に簡易気象観測ステーション（気温、湿度）を設置し、撤去工事に伴う高架道路閉鎖直前の2003年6月中旬より10分間隔のデータ取得を開始した（Fig.-6）。また着工初期段階の2003年8月中旬には、集中的な移動観測による体感気候指標の計算に必要な温湿度及び風速、天空放射、地物表面温度（熱画像）の取得、サーモカメラ、シンチロメーターによる地表面大規模改変の大気環境インパクトの

計測・定量的評価を行った。さらに係留ゾンデによる鉛直観測（気温、湿度、風）を行ったほか、清溪川路周辺地域（キム・キム（2001）の数値計算より清溪川復元による暑熱現象緩和効果が予想される最大約 800m のゾーン）を南北に横断するルートでの移動気象観測を実施している。

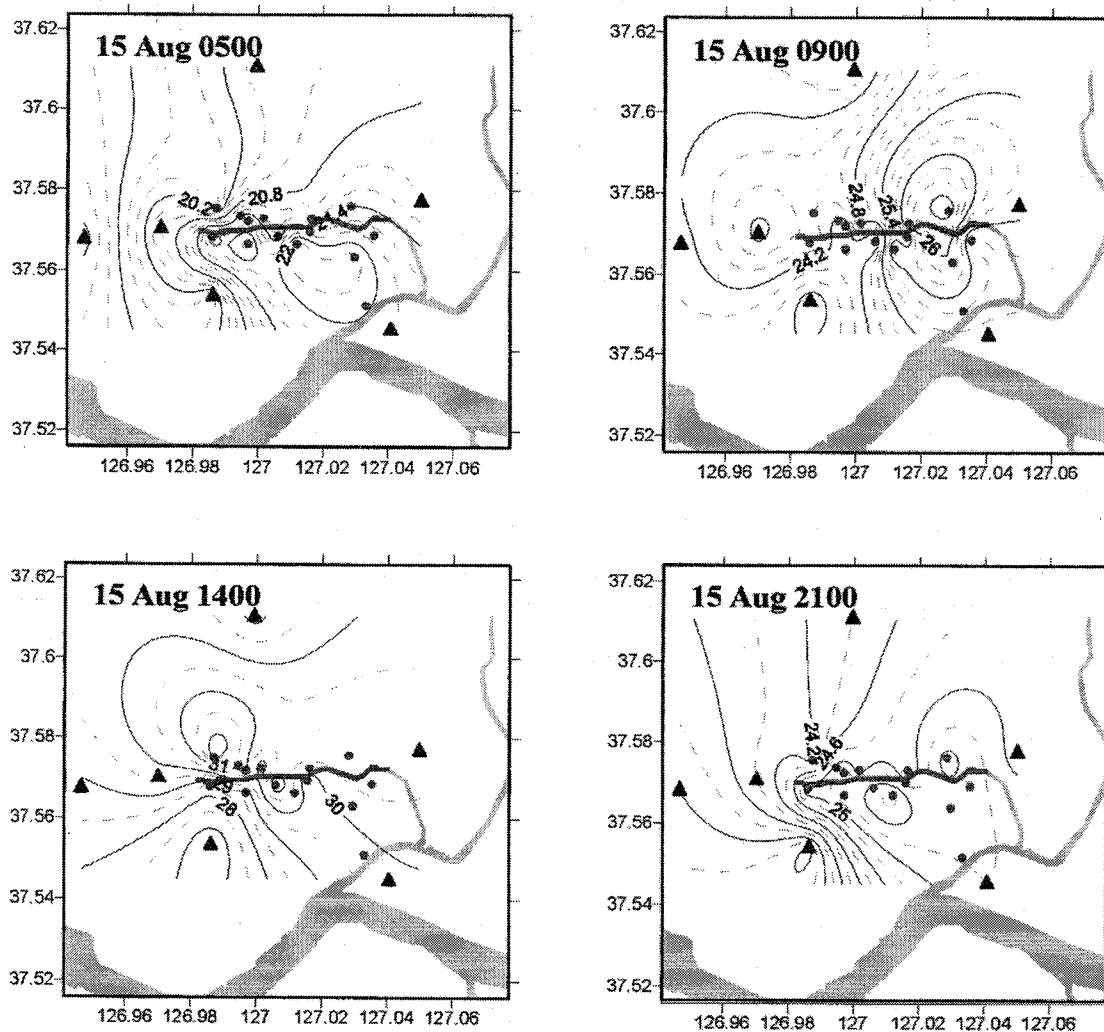


Fig.-6 清溪川復元事業対象地域周辺における地上気温分布観測事例（2003 年 8 月 15 日）
黒丸は著者らによる簡易気象観測ステーション。▲は韓国気象庁による観測地点（AWS）。

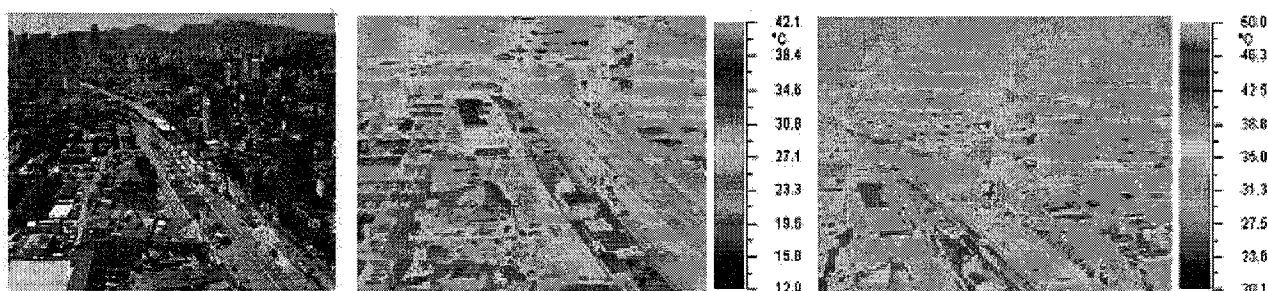


Fig.-7 サーモカメラによる地表面温度の観測事例

左：東大門付近高層建築屋上より西方を望む（2003 年 8 月 12 日）

中：着工前の 2003 年 6 月 22 日 15 時の熱画像

右：着工初期段階（高架道路撤去後）の 2003 年 8 月 12 日 15 時の熱画像

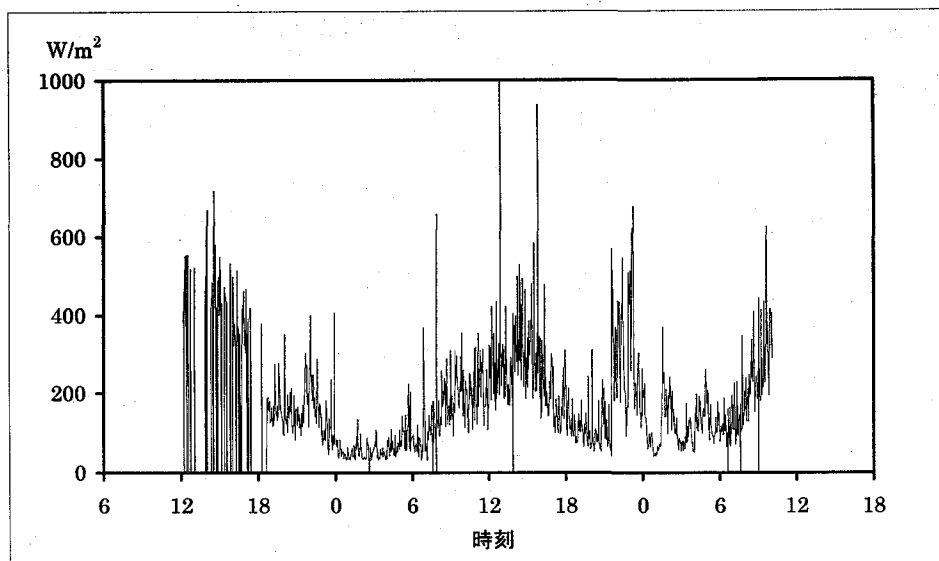


Fig.-8 8月中旬晴天日(8/12~8/14)におけるシンチロメーターによる上向き顕熱フラックス計測値(W/m^2)

8月中旬(8/12, 8/13, 8/14)におけるシンチロメーター(清溪川路をはさむ約75mのパスを新平和市場建物屋上に確保)による上向き顕熱フラックス計測値は最大で 600W/m^2 程度に達していた(Fig.-8)。この期間は連日快晴であり、下向き短波放射量は連日最大で 900W/m^2 程度であった。また鉛直観測の結果より、都市の影響(混合層の発達)は18時に地上500m程度まで及んでいた。

4 まとめ

清溪川復元による暑熱現象緩和効果が実証されることとなれば、都市開発の世界的なパラダイム転換につながることも予想される。今後研究期間内に次のような成果が得られるものと考えられる。対象地域での詳細な気象観測データに加え、集中観測による3次元的な気象データが得られることから、清溪川復元による暑熱現象緩和効果の定量的評価が可能となる。また今後、ヒートアイランド問題が深刻化しているアジアの諸都市(久保編, 1999)で同様の大規模都市改造を計画する際に、今回の研究による実証データとその定量的評価結果が有効に活用されることが期待できる。

ソウル市清溪川復元推進本部には各種の資料をご提供いただいたほか、現地での観測にあたり便宜を図っていただいた。また、清溪川復元事業対象地域周辺の小学校等複数の機関には観測機材の設置の便宜を図っていただいた。本研究は、財団法人河川環境管理財団河川整備基金助成金研究「都市内大規模河川(ソウル市清溪川)の復活による暑熱現象改善効果の実証」(代表・三上岳彦)及び日本学術振興会科学研究費基盤研究A「建物・街区・都市・地域の各規模にまたがる熱環境解析とアジアの巨大都市への適用」(代表・花木啓祐)の一部である。

参考文献

- キムウンス・キムハクヨル(2001):ソウル市の気象特性を考慮した都市計画の研究(2),ソウル市庁開発研究院,200p(韓国語)
- 久保幸夫編(1999):「ヒートアイランドの計測制御システム 中間報告書」,科学技術振興事業団戦略的基礎研究,272p
- ソウル市広報担当官室ホームページ
(<http://japanese.seoul.go.kr/chungaehome/seoul/main.htm>)
- 藤部文昭(1998):都市化が気候を変える,科学,68,238-245