

(18) 生活環境指標を用いた熱環境改善に関する研究

A STUDY OF THE IMPROVEMENT OF THERMAL ENVIRONMENT USED THE LIVING ENVIRONMENT INDEX

武田晋一** 榛沢芳雄* 小川考一* 利根川徹**
Shinichi TAKEDA**, Yoshio HANZAWA*, Koichi OGAWA*, Toru TONEGAWA**

ABSTRACT; In consequence of the urban activity, the thermal environment worse may be made and a bad influence is given for urban life caused by an increase of artificial waste heat. The purpose of the paper is to propose an improvement technique of thermal environment for this artificiality. In the process study, first we assume the heat quantity onto mesh unit, then grasp an index of living environment which defined from heat quantity and calorific of human bodys. Second, we ascertain degeneration mesh as an object, propose an improvement technique to apply re-arrangement of land use. KISARAZU and KIMITSU area at Chiba prefecture were experimented as an application of this improvement technique.

As the result, the thermal environment could improved by the re-arrangement of land use.

KEY WORDS; living environment, calorific, thermal environment, artificial

1. はじめに

都市に人口が集中した現在、都市の環境は益々悪化してきた。熱環境も例外ではなく、都市の平均気温が2℃以上も上がってきている。この悪化した熱環境を緩和するために、数多くの研究がなされているが、昨年小川ら¹⁾が発表したように熱環境の現状報告にとどまったままで、その対策はなされていない。

本研究は、小川らの研究をベースに熱環境状態の指標を用いて、熱環境の改善手法を提案する。さらに、その手法を用いて対象地区へ適用し、熱環境の改善状態を計ることを目的とする。

2. パターン分析法

パターン分析とは、メッシュ単位による土地利用のパターンから熱環境を把握するものである。以下、その方法について述べる。まず、対象地区の土地利用状況をメッシュによって区切る。メッシュ単位は、2万5千分の1の土地利用図からの読み取りと熱の影響範囲である200m以下にすることから100mとした。

土地利用状況に基づいて、メッシュ自体で発生する熱量（発生熱量）を発生熱原単位から算定する。そして、各メッシュで受ける熱量（影響熱量）を、周辺メッシュの発生熱量からの影響より推計する。影響熱量の対象となる範囲は、図-1に示すように対象メッシュとそれに隣接している8メッシュとする。

* : 日本大学理工学部交通土木工学科 Dept. of Transportation Eng., Nihon Univ.

** : 日本大学大学院理工学研究科交通土木工学専攻 Post Graduate Student, Dept. of Transportation Eng., Nihon Univ.

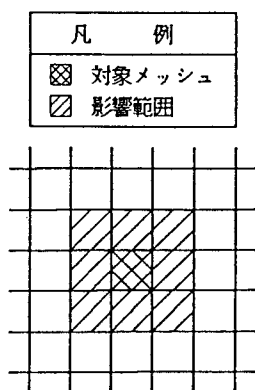


図-1 影響範囲

影響熱量は、図-2に示すように、対象メッシュの発生熱量が周辺のメッシュよりも少ない場合、熱量が集中するために自身の発生熱量よりも増加し、逆に多い場合、熱量を周辺に拡散するために自身の発生熱量よりも減少するものとする。

このようにして、各メッシュの影響熱量を推計する場合、32種類ある土地利用構成の組み合わせが膨大なものとなるため、土地

利用構成をパターン化する。ここで、土地利用は、発生熱量の関係によって①一般住宅地、②中高層住宅地、③商業地、④業務地、⑤工業地、⑥自然（発生熱量のない土地利用）の6種類に分類する。これによる影響範囲内の9メッシュ土地利用構成は、26種類である。

全26種類ある各土地利用構成についてパターン数を式-1により求める。

$$P = {}_6P_B / {}_{\Pi N}P_N \quad (1)$$

ここで、 P : パターン数

${}_6P_B$: 影響範囲内の土地利用構成パターン数 (B : 土地利用の種類数)

${}_{\Pi N}P_N$: 影響範囲内の重複する土地利用構成パターン数 (N : 重複する土地利用の種類数)

これを用いて、全種類についてパターン数を求めると、表-1のようになる。

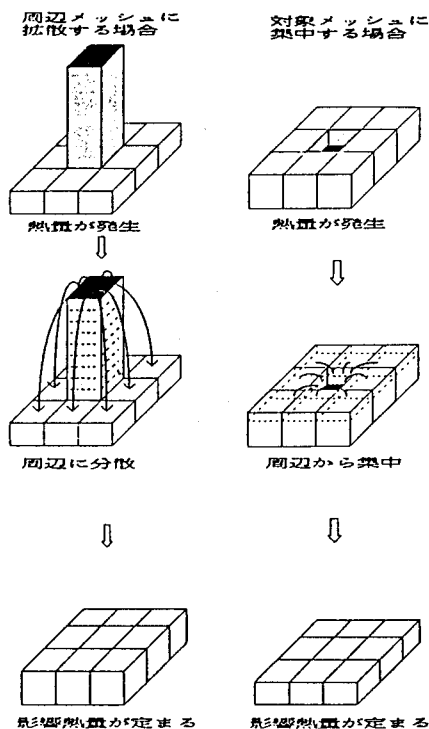


図-2 影響概念図

表-1 土地利用のパターンと組み合わせ数

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	合計
パターン	9	8	7	7	6	6	6	5	5	5	5	4	4	4	4	4	4	3	3	3	3	3	3	2	2	2	
		1	2	1	3	2	1	4	3	2	2	1	4	3	3	2	2	1	3	3	3	2	2	2	2	2	
				1		1	1		1	2	1	1	1	2	1	2	1	1	3	2	1	2	2	1	2	2	
							1				1	1			1	1	1	1		1	1	2	1	1	2	1	
											1						1	1			1		1	1	1	1	
組み合わせ	6	30	30	60	30	120	60	30	120	60	180	30	60	120	180	180	120	6	20	180	60	60	180	30	30	20	2,002

3. 熱環境の改善手法

対象地区の熱環境は、影響熱量だけで把握することはできない。それは、各土地利用において、熱量の人間に対する影響が異なるためである。そこで、各土地利用における熱量の人間の活動への影響を、客観的に評価できる指標を設定する。

人間は、活動によって身体から熱量（発散熱量）を発生している²⁾。影響熱量が身体に負荷されると、熱収支の平衡関係を維持するために、発散熱量は増加する。すでに発散熱量の多い活動は、熱量が負荷されても発散熱量に対しての割合が小さい。しかし、発散熱量の少ない活動は、同じ熱量が負荷されると、その割合は大きくなる。したがって、発散熱量の多い土地利用ほど快適な状態で活動することができる。

そこで、人間の活動による熱量の影響を、各土地利用での発散熱量に対する影響熱量の割合で表し、これを熱ストレス指数とする。熱ストレス指数は、式-2によって求める。

熱ストレス指数が1以上になると、対象メッシュの熱環境は悪化状態とする。発散熱量は、表-2に示すように各土地利用での活動量より異なる。

$$HS=HI/HD \quad (2)$$

ここで、 HS : 熱ストレス指数

HI : 影響熱量

HD : 発散熱量

熱ストレス指数によって、熱環境が悪化状態にあると判断されたメッシュに、土地利用の再配置による改善手法を適用する。再配置は、発生熱量の高いメッシュが影響範囲内に多く構成されていることによって、熱環境の悪化しているメッシュを、発生熱量の低いメッシュが影響範囲内に構成されているメッシュと入れ換える。

また、再配置の対象となるメッシュについても発生熱量のない自然地とする。この手法では、再配置の対象となるメッシュ以外にも、周辺のメッシュに、熱環境悪化状態が新たに生じないようにする（図-3参照）。

以上のような再配置について、方向と距離の制限を与えた。方向による制限は、再配置に対して市街地を構成している各メッシュに方向性を持たせ、再配置によって市街地の形状が変化した際に、その変化を最小とする。

距離は、再配置する際のメッシュ移動量を周囲500mとすることで制限した。この範囲内において再配置を行うメッシュが無い場合、再配置を行わずに現状の土地利用の状態とする。再配置を行う順序は、悪化メッシュが集中している地区から行う。

表-2 土地利用別発散熱量（単位：cal/時間/人）³⁾

発散熱量	住宅地	商業地	業務地	工業地
一般	90	130	117	375
最大	400	400	400	400

気温20℃の場合

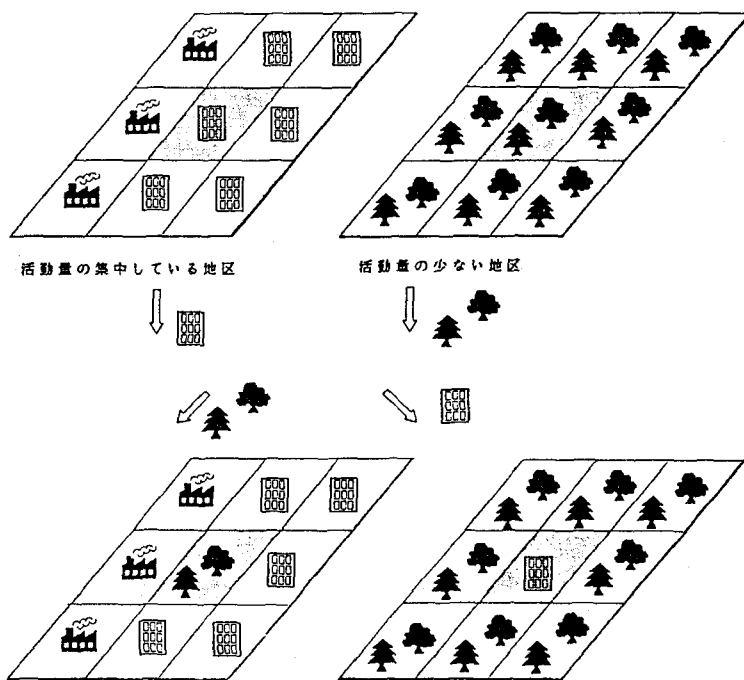


図-3 再配置の概念

4. 対象地区への適用

本研究で提案した土地利用の再配置による熱環境の改善手法を、実際の対象地区に適用する。対象地区は、東京湾横断道路の開通により、土地利用の著しい変化が予想される木更津・君津地区とした。対象の範囲は、東京湾横断道路の導入が予定される地点から南方へ12km×12kmの範囲とした。

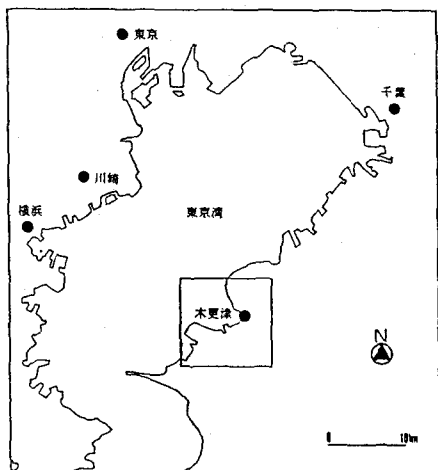


図-4 対象地区周辺図

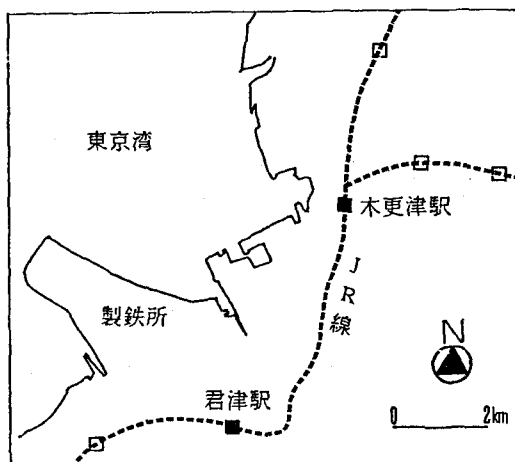


図-5 対象地区の概要図

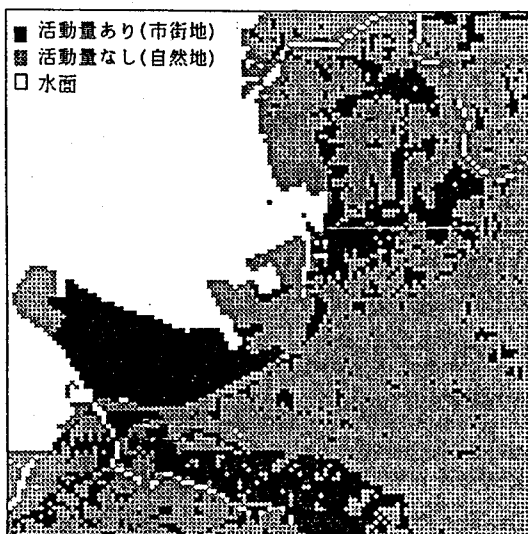


図-6 対象地区の土地利用図

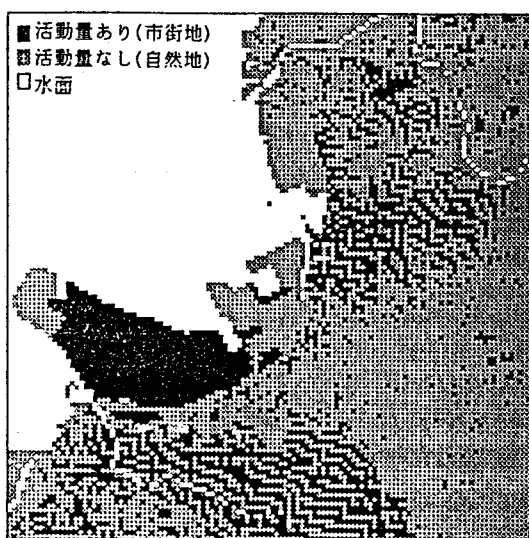


図-8 手法適用後の土地利用図

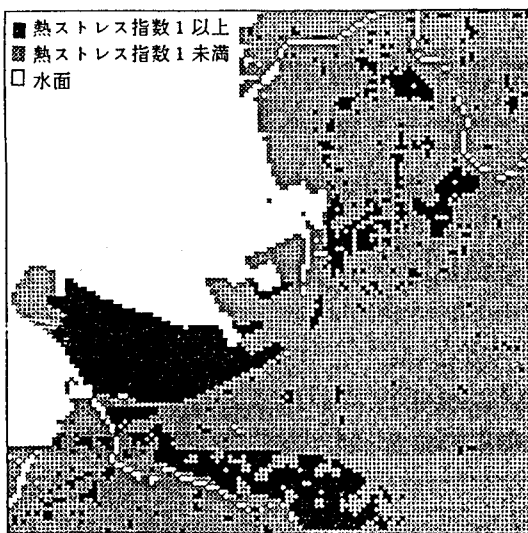


図-7 対象地区の熱環境の分布図

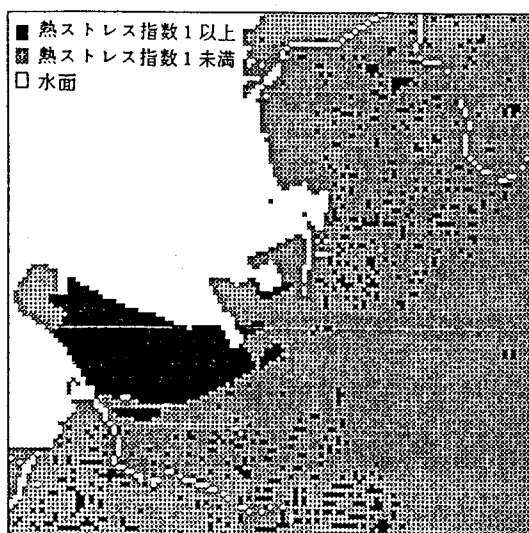


図-9 手法適用後の熱環境の分布図

対象地区の土地利用の分布状態を図-6に示す。

次に、対象地区の熱環境を把握するため、熱ストレス指数によって熱環境の判定を行った(図-10参照)。その結果、工業地において、発散熱量よりも影響熱量が大幅に上回っているために、他の土地利用と同様に熱ストレス指数を用いて熱環境を評価できないので、常に、熱環境悪化状態として扱う。その分布を示したものが図-7である。これによると、臨海部の製鉄所を中心とした工業地、さらに、

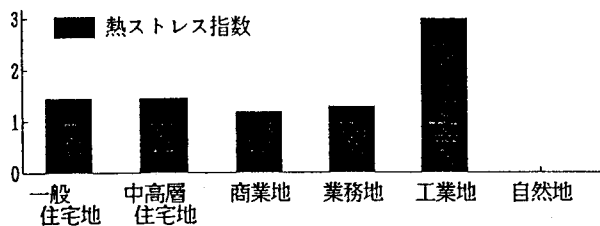


図-10 土地利用別平均熱ストレス指数

表-3 手法適用による熱環境の推移

	全メッシュ	工業地を含む		工業地を除く	
		市街地	熱環境悪化	市街地	熱環境悪化
手法適用前	14,400	2,925	1,950 (100)	2,009	1,034 (100)
手法適用後			1,475 (73)		559 (54)

()は手法適用前を100とした場合

木更津駅・君津駅周辺の市街地に熱環境の悪化しているメッシュが分布している。

提案した手法を対象地区へ適用する。市街地の再配置によって入れ換えられるメッシュの移動量は、最大で800m、平均で570mである。適用による土地利用の分布を図-8に、その際の熱環境の分布を図-9に示した。図-8を見ると、集中していた市街地に自然地が再配置され、市街地が拡大している。図-9を見ると、手法を適用する以前に市街地に分布していた熱環境悪化メッシュが減少している。

この結果を表-3に示す。全対象地区で、手法適用前に1950メッシュあった熱環境の悪化地区が本手法を適用することによって27%が減少し、1475メッシュとなった。さらに、工業地を除いた場合では、同様に1034メッシュから559メッシュへと46%も減少した。

このことは、本研究で提案した土地利用の再配置によって、熱環境の悪化地区がかなり改善されたと思われる。特に、本対象地区では、工業地を除いた場合の改善が顕著である。

5. おわりに

本研究では、熱ストレス指数を用いて、土地利用の再配置による都市の熱環境改善手法を提案した。さらに、この手法を対象地区に適用した結果から、熱環境の改善が予測できた。

しかし、今回の研究では、対象地区を特定の地区に限定したこともあるため、他の都市でもこの手法を用いることの有用性は計れないが、熱環境を計る一手法としては、有意義であると思われる。

今後は、他の地区にも本手法を適用して、熱環境の改善を計って行きたい。

参考文献

- 1) 榛沢・岩井・福田・小川；「熱環境による土地利用評価」，環境システム研究VOL.17，1989
- 2) 長町三生；「現代の人間工学」，1986
- 3) 人間-環境系編集委員会；「人間-環境系上巻-人間機能データブック」，1972
- 4) 木更津市；「木更津市統計書昭和61年度版」，1987
- 5) 君津市；「君津市統計書昭和62年版」，1988
- 6) 小川・榛沢・福田；「メッシュデータの作成方法の検討とその適用例」，日本大学理工学部学術講演会概要集，1988
- 7) 小川考一；「環境要因からみた土地利用計画の評価手法に関する研究」，日本大学修士論文，1989