

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 26 年 5 月 13 日現在

機関番号：53901

研究種目：基盤研究(C)

研究期間：2009～2013

課題番号：21560660

研究課題名(和文)土地利用形態変化に伴う地域気候変動に配慮した地域・建築計画指針に関する基礎的研究

研究課題名(英文)Field survey on the transformation of thermal environment on the development area

研究代表者

鈴木 健次(Suzuki, Kenji)

豊田工業高等専門学校・建築学科・教授

研究者番号：60259877

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,800,000円、(間接経費) 1,140,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では、造成開発中の自動車研究施設の気候環境を評価し、土地利用の影響も明らかにすることを目的として、豊田市下山地区を対象に、2007～2013年の7年間気候観測を行った。調査は開発地区の10カ所の定点において、気温・相対湿度・風向・風速を連続測定し、さらに夏季と冬季に移動観測を実施した。その結果、森林や水田が、蒸発散や水体の熱容量の効果により周辺温度を冷却していることを確認した。一方、宅地や道路では比較的高い温度が観測され、これは人工被覆部分の熱容量や人工排熱の影響と考えられる。以上のことから、土地利用と地表の被覆が変化が、小気候に影響を与えていることが示唆された。

研究成果の概要(英文)：The objective of this paper is to clarify the climatic environment on the effect of land use in construction for research facilities construction. Climatic observations were conducted at Shimoyama in Toyota. In order to evaluate the influence of land development on the microclimate of development district, air temperature, relative humidity, wind direction and wind velocity were monitored continuously at ten different locations from 2007 to 2013. The results showed that the forest and the paddy field have a significant cooling effect on land surface temperature. The lower air temperature occurred in the forest and the paddy field because of the evaporation from the field and the existence of thermal capacity of the water body. The higher air temperature was relatively observed in the housing land area. Consequently, It has been estimated that with the expansion of the developed zones, the changing of the land use affects the climatic environment in the local scale area.

研究分野：工学

科研費の分科・細目：建築環境・設備

キーワード：微気候 気候変動 土地利用形態 造成開発 気象観測 ヒートアイランド

1. 研究開始当初の背景

現在では、エネルギー大量消費型の生活等がもたらした地球環境問題に強い関心が集められており、自然環境との共生や自然環境との調和といった視点の重要性・必要性が認められるようになってきた。人間がより安全で海底な生活環境を求める上で、都市を形成し、そこである程度のエネルギー消費を行うことは、やむを得ないことでもある。しかし、これからも人間が地球上での都市生活を営み続けていくためには、自然界の持つ大きなポテンシャルを有効かつ積極的に活用するような、「環境」をキーワードとした建築・都市デザインが極めて重要であり、自然の環境調整能力を活かした地域計画が近年あらためて求められている。例えば、ドイツのシュツットガルトを中心に利用が始まったクリマアトラスと呼ばれる地域気候解析図面を計画指針として利用する手法を応用した「風の道」計画や日本における環境共生住宅市街地モデル事業（1993年、建設省）の創設に見られるように、地域・建築計画に対して環境共生的な概念を導入する動きが盛んに行われている。このような現状から、日本でも地域気候解析を有効な設計・計画ツールとして活用する概念が定着され始めている。一方、立地・気候特性に配慮した実際の地域計画においては、開発のプロセスに伴って変化する気候環境を調べることで、計画時点で配慮すべき要件に係わる各種要因の影響を明らかにすることが重要である。また、都市気候やヒートアイランドをはじめとした気候変化の実態については、依然として不明な点も多く、都市の形態的な違いなど様々な要因が複雑に関連して生じる現象であり、各地域・都市ごとに調査・観測を継続的に行う必要がある。しかし、実際の土地開発において、屋外空間の微気候や風環境の変化過程を調べたものとしては、開発中の集合住宅を対象とした例や埋立地の住宅地開発を対象とした例のほか、研究例は極めて少ない。これらの点を踏まえ、本研究は、大規模な用地造成に伴い変容する土地利用形態及び周辺地域の熱環境形成に及ぼす影響を把握することにより、周辺気候特性に配慮した地域・都市計画の提案に寄与するものであり、「環境」をキーワードとする建築・都市計画的手法を確立するための基礎的研究として意義があると考えられる。

2. 研究の目的

本研究では、大規模な用地造成により変容する土地利用形態及び周辺地域の熱環境形成に及ぼす影響を明らかにすることにより、自然界に存在するポテンシャルを有効かつ積極的に活用する建築・都市計画的指針に関する一般論を確立するための基礎的評価を行うことを目的とする。多様な都市開発に対応できる計画指針の確立には、土地開発の影響により生じる周辺環境の変容過程を明ら

かにする必要があるとともに、用地造成のプロセスを追って周辺の微気候変動を実証的に把握する必要がある。そのため、本研究では、以下の課題を設定し、長期的実測調査により明らかにする。

(1) 開発前の用地造成地の立地環境が、周辺地域の熱環境形成に及ぼしている影響実態を明らかにする。

(2) 開発に伴う用地造成地及び周辺地域の土地利用形態及び熱環境形成の変容過程を、用地造成プロセスに従って明らかにする。

(3) 開発計画時に配慮すべき要件に係わる各種要因の影響を明らかにする。

3. 研究の方法

(1) 調査対象とする造成事業は、平成22年度より約5年間の用地造成工事を予定しており、造成工事着工3年目から施設建設工事を着工、完成した部分から順次供用を開始し、全面的な完成までは造成工事着工から約11年を予定している。従って、気候変動の観測は、長期的かつ継続的に実施していく必要があるため、本研究は15年以上にわたる長期的な観測を想定することになる。しかし、現段階で対象としている用地造成事業をはじめ研究開発施設建設計画自体は、ひとつの町が形成される程大きな規模であり、今後の国内外の経済状況や計画主体となっている企業の営業戦略による規模の縮小・変更や、現在進められている環境影響評価の結果による変更の可能性もある。従って、本研究は開発前の里山・農地状況から初期造成工事段階の調査を対象としている。着工前の実態把握及び造成工事段階の変容を捉えることは、その後の周辺気候に対する影響分析において極めて重要であることから、土地利用形態の変化や排熱量の変化を含めた詳細な観測調査を実施する。なお、対象とする造成事業予定地は、総面積660ha（造成面積410ha）に約5000人が働く研究棟とテストコース（幅30m、6kmの周回コース）の建設を予定しており、地区昼間人口も倍増となる大規模開発である。そのため、通勤道路の拡充などインフラ整備も含め広範囲の環境変容が予想されている。

(2) 観測方法は、定点観測と移動観測を基本とする。定点観測は、造成予定地を取り囲むように10箇所程度の観測点を設定し、可動型の気象観測システムにより、気温・湿度・風向・風速・降雨量・日射量などを30分間隔で連続観測する。移動観測は、夏季及び冬季における典型的な季節日を対象に、日の出前、日中日没後の3回を最低回数として、気温・湿度・風向・風速に関して観測を実施する。観測ルートは、造成予定地を周回する主要道路及び予定地内を横断する主要道路を網羅し、1ルートを1時間以内に測定し終えることを条件に最低5ルートを設定する。得られた観測結果の基づき、造成予定地周辺地

域における気候特性や熱環境形成の実態及び造成予定地が周辺地域に及ぼしている熱環境的効果を明らかにする。また、造成工事が開始されると工事車両や従業員の通勤車両などが大幅に多くなることが予想されるため、交通量の変化が周辺環境に与える影響を検討することを目的に、着工前後の交通量を調査した。交通量調査は交通量の最も多い平日の出勤時間帯を対象とした。調査地点は豊田市街地へ向かう国道の上下線、岡崎市街地へ向かう県道の上下線とした。

(3) 進入道路整備や樹木伐開などに始まる用地造成工事着工後は、原則として観測項目及び内容は変更なく継続する予定であるが、工事の状況により観測点の増設あるいは移設を実施する。また、土地利用形態に関する調査を移動観測直前の夏季、冬季及び中間期の春季、秋季の年4回程度実施し、段階的な変容状況を把握する。これら観測結果より、用地造成工事開始に伴い変容を始めた土地利用形態と気候環境へ及ぼす影響を明らかにしていく。具体的には、クリマアトラスなどに代表される地域気候特性図面や計画指針を作成する際のベースに用いられる基礎図面を作成して評価する。基礎図面では、地形や開発状況、気候など様々な要素を対象とした1次情報図であり、各種目的に応じて複合要素で表現した2次情報図を作成する。これら整備された情報を基に、観測対象地域の熱環境形成因子の抽出などを実施することで、開発に伴い発生する様々な気候現象やその影響を把握することが可能となる。また、将来的には、建築・都市計画の際にこれらの情報を基にして気候面への配慮や活用方法を検討する。

4. 研究成果

(1) 調査対象とした造成事業は、当初平成22年度からの着工を予定していたが、環境影響評価に伴う計画変更の影響もあり、約2年遅れの平成24年度より本格的に着工した。これにより、当初の造成前の観測は、既存調査を含め3年分のデータで評価しなければならなかったが、着工の遅れが幸いし、平成24年度初頭までの観測を加え、計5年分の造成前データを収集できた。平成24年度からは、継続する気候観測に並行して、造成工事進捗と土地被覆状況の変化の調査を開始した。また、主要通勤道路に対する交通量調査も開始した。

(2) 定点観測及び移動観測結果から、調査対象地域の造成前の気候環境の特徴を得た。冬季の特徴を図1に示す。A、B点周辺では日の出前から日の入り後まで高い気温が観測された。この地域は森林に囲まれてはいるが集落や小学校など開発が進んでいるため、水田や森林の多いD、E、H地点よりも高くなったと考えられる。湿度がB地点よりA地点のほ

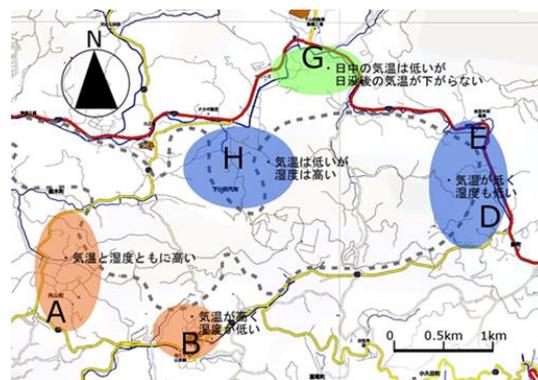


図1 冬季の気候の特徴

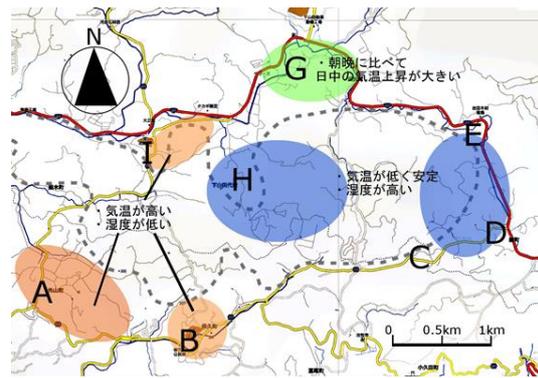


図2 季夏季の気候の特徴

うが高くなったのはB地点のほうがA地点よりも開けた土地であるため、森林にある木々の水分発散による水蒸気がA地点では顕著に現れたためだと考えられる。D、E点周辺では1日を通して気温が低く観測された。この地域は、同じく低い気温が観測されたH点周辺に比べて湿度が低い傾向が見られた。これはH点よりも森林に囲まれておらず、それに加えて風量も多く観測されたため、木々の水分発散が少なく、風により水分が分散されたと考えられる。G点においては観測地域の中で最も開発が進んでおり、商業施設・住宅が密集していることが特徴であるため、気温が高いと予想していたが、移動観測の南中時の観測では気温が上がりきらず、A、B点よりも低い結果が得られた。しかし、日没後は気温が下がらないことから、やはりアスファルトや建造物等の蓄熱材の影響があったと考えられる。観測地域は定点観測によるとやはり市街地よりも気温が低く、気温の上下も小さかった。また、風は日中に強く観測されたが風向は定まらない傾向にあった。これは山による地形の起伏が激し意ことによるものだと考えられる。

夏季の特徴を図2に示す。冬季に比べて夏季は気温の分布がはっきりする。A、B点周辺は冬季に引き続き高い気温が観測され、夏季ではI点でも高い気温が観測された。I点周辺はA、B点周辺と比べると開発が進んでいる。幹線道路が通り住宅や商店も多く見られることから、アスファルト等の蓄熱材の影響が冬季よりも強く出たと考えられる。中央のH点周辺の気温が低い地域は冬季に比べて東よりになった。これは冬季観測よりI点周辺

の気温が上がり、冬季のC点周辺から北側の地域で気温が高めであったのが夏季ではその地域の気温が低下したためである。観測地域の中央部は森林に覆われており、道路以外の人工物はほとんど見られないため、外側の地域に比べて気温が低く湿度が高くなる傾向が見られる。G点では冬季とは違い朝晩の気温が低く、日中の気温が上がりやすくなっており、一日の気温変動が大きくなった。これは冬季より夏季のほうが太陽光の影響を多く受けるため、アスファルトや建造物等が気温の上昇を助長したためであると考えられる。また、風向風速においては冬季と同じように日の出前・日の入り後より南中時のほうが観測でき、日中に風が吹く傾向が見られたが、南中時の観測では冬季ほど風速が強くなかったため、観測地域では冬に強い風が吹く傾向があると見られる。現在進められているテストコース建設計画は最も気温が低いH点周辺の森林を切り開くものであり、この地域の冷却効果が失われ周辺環境に顕著な影響を及ぼすことが考えられる。

(3) 2011年と2012年の交通量を比較すると、豊田市街地に向かう交通量が多いことが確認された。岡崎市に向かう交通量に比べると上り線(市街地方面)では約2~4倍、下り線(下山地区方面)では約1.5~2倍と多い。出勤ピーク時である7:00~8:00でも岡崎市街地へ向かう車は多くない。また、出勤時間帯の豊田市街地に向かう交通量は、2011年夏季の181台と比べて254台と約1.4倍に増加している。今後は、豊田市街地から下山地区に向かう交通量の増加も見込まれ、調査対象地区周辺の交通量の著しい増加による排熱等の影響が予想される。

(4) 2012年夏季に行った土地利用状況調査では、国土交通省国土政策局国土情報課の土地利用区分に基づき、森林・荒地、田、住宅地、商業等に分類した。水調査地域を見てみると約80%割が森林、水田(水だけ、雑草地)が約15%、水田(稲)が約2%、商業と住宅地が合わせて約3%であることが確認された。テストコース建設の影響で、水田で稲が作られず水や雑草だけになってしまった休耕地が調査地域の全体の3割ほどある。また、田に関しては、愛知県企業庁に買い取られ、生態調査のために野鳥などの餌場として休耕地にしてあるものも多く確認された。建設予定地の造成や周辺のインフラ整備に伴い、住宅地等の増加も予定されている。今後もこれらに伴う山林の切り崩しや、水田の埋め立てなどが予想され、温熱環境に対する影響は大きいと考えられる。

(5) これまでの調査により、集落や国道として開発されている北部や南西部付近で高温域が形成されやすく、山林が大半を占める東部では低温域が形成されやすいことが確認

できた。従って、今年度より造成開発が始まり大規模な山林伐採や道路整備等の土地利用変更が行われると、気温上昇を抑制する役割を果たしていた地域が逆に熱源あるいは蓄熱源となることが予想され、さらに風向変化により周辺温熱環境に大きな影響を与えることが考えられる。特に、事業予定地東側を占める低温域での土地利用変更の影響が示唆される。また、建設予定施設だけでなく、住宅や車両増加等による排熱の増加による影響も予想される。気象観測は年毎に多少の変動もあり、造成による温熱環境影響に対する直接的な評価は難しいが、今後の工事完成までの約15年後までの年間を通した24時間観測により、開発による段階的な影響が明らかになるものと考えられる。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計 0 件)

〔学会発表〕(計 3 件)

- ① 鈴木健次、武田紀子、堀越哲美、土地利用形態の変化が周辺温熱環境に及ぼす影響に関する調査 その2 開発前の温熱環境状況(2)、日本建築学会大会学術講演梗概集、D-1、2011、pp.753-754
- ② 山口卓真、鈴木健次、堀越哲美、豊田市旧下山地区における気候変動調査(開発前~造成初期調査)、日本建築学会東海支部研究報告集、第48号、2011、pp.329-332
- ③ 鈴木健次、堀越哲美、土地利用形態の変化が周辺温熱環境に及ぼす影響に関する研究 その1 開発前の温熱環境状況、日本建築学会東海支部研究報告集、第47号、2009、pp.289-292

〔図書〕(計 0 件)

〔産業財産権〕

○出願状況(計 0 件)

○取得状況(計 0 件)

〔その他〕

なし

6. 研究組織

(1) 研究代表者

鈴木 健次(SUZUKI, Kenji)

豊田工業高等専門学校・建築学科・教授

研究者番号: 60259877

(2) 研究分担者

なし