

日本一暑い町・多治見を冷やす2つの冷却機構 川と山

岐阜県立多治見北高等学校 自然科学部

1. 要旨

観測史上最高気温を記録するなど酷暑の町として知られる岐阜県多治見市において、局地気象研究を行った結果、同市を冷却する2つの機構が存在し、昼と夜とでそれぞれが卓越することによって気温分布に昼夜で差異が表れることを見出した。

昼の冷却は、市内を縦断する土岐川によってもたらされる。夜の冷却は、盆地外縁部の緑地によってもたらされる。そのため、昼には冷却が及びにくい市街地北部と南部が高温となり、夜には盆地中央にある市街地中心部が高温となる。

さらに、導いた結論に基づき、日本一暑い町・多治見を冷やす提言をまとめた。1つは、現在利用されていない虎溪用水を用いて、土岐川の冷却が及びにくい市街地北部に水路を再生することである。もう1つは、開発にさらされている盆地外縁部の緑地の保全と市街地中心部の緑化の推進である。

2. 謝辞

科学技術振興機構(JST)の中高生科学部支援事業から研究費支援をいただきました。物品購入や学会参加費においての支援に感謝申し上げます。日本ヒートアイランド学会では、多くの研究者の方から激励やアドバイスをいただきました。温かい応援に感謝申し上げます。

3. 序論

岐阜県多治見市は県南東部の人口11万6千人の地方都市で、愛知県との境に位置し、低いながらも四方を山々に囲まれた盆地地形をしている。南西～西に隣接する愛知県春日井市、小牧市との間には、弥勒山(標高436m)、道樹山(標高429m)、高社山(標高417m)を始めとする華立断層によって生じた山系が連なっており、春日井、名古屋側の濃尾平野との間に壁のように座っている。また、多治見市街地中心部には土岐川が流れており、市内を縦断している。南には笠原断層による

山々が連なって、愛知県瀬戸市と境界を成している。

多治見市は、2007年8月16日14時20分に、40.9℃という国内観測史上最高気温を記録した。度々、全国での日最高気温を記録することから、酷暑の町として有名である。私たちは多治見の暑さの原因に興味をもち、多治見の局地気象研究を行っている。そして特性を明らかにすることで、日本一暑い街多治見を冷やすために活動したいと考えている。

4. 研究材料

(1) 自作の気温測定器

① 定点気温測定器A型(サーモクロン SL)

木の棒の先にアルミテープを巻いた発泡スチロールのカップを取り付け、その中にデータロガーサーモクロンSLを取り付けた(図1)。

② 定点気温測定器B型(サーモクロン SL、おんどとりJr.)

A型測定器にデータロガーおんどとりJr.を取り付けた(図2)。



図1 A型測定器



図2 B型測定器

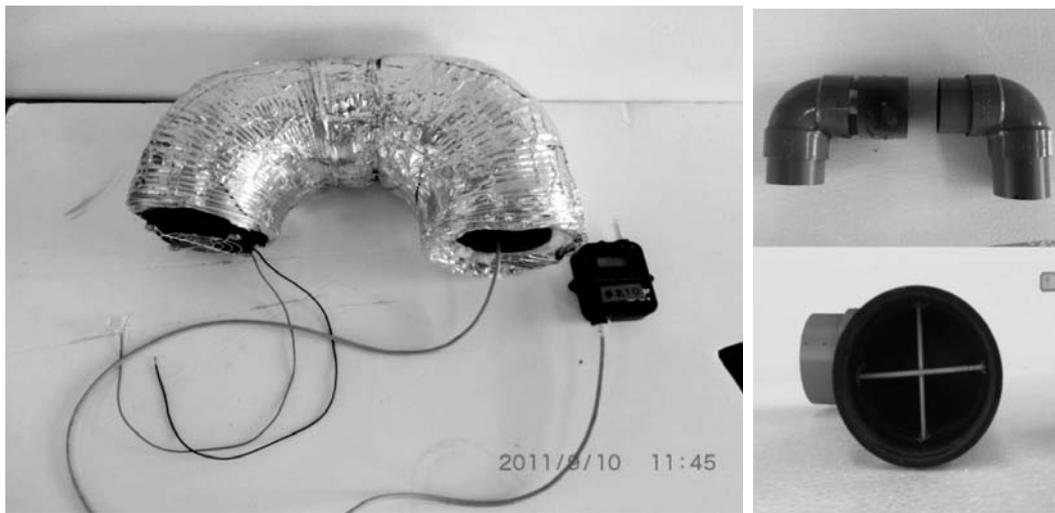


図3 C型測定器の外観と内部

③ 通風式気温測定器C型（おんどとりJr.）

ファンをモーターで回し、強制通風させることで、精度の高い測定をできるようにした(図3)。

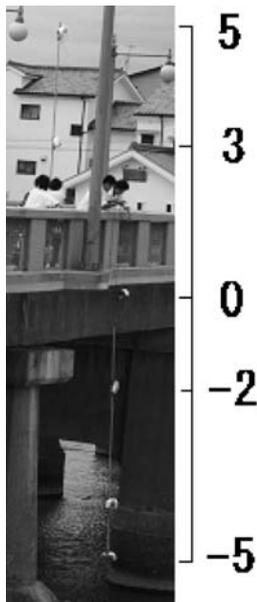


図4 D型測定器

④ 移動用気温測定D型

C型測定器を長さ4mの竹竿に括り付けた(図4)。

(2) 土壌採取器

塩化ビニルのパイプに切れ込みを入れ、一定量の土を採取できるようにした(図5)。

データロガーの精度については、サーモクロンSLが誤差 $\pm 0.7^{\circ}\text{C}$ 、おんどとりJr.が誤差 $\pm 0.3^{\circ}\text{C}$ である。



図5 土壌採取器

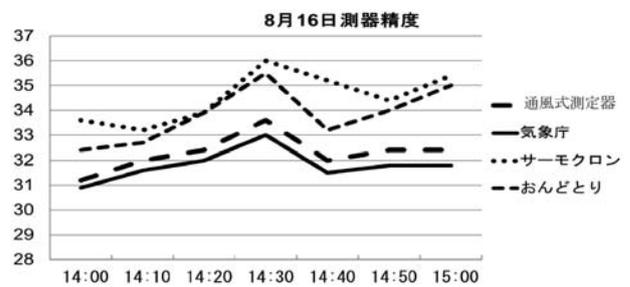


図6 測器精度

また、C型測定器については、気象庁のアメダスとほぼ同じ精度でデータが採取できることが分かっている。(図6)

5. 研究方法

① 定点測定

市内・外にA、B型測定器を設置して、観測網を構築した。A型測定器では気温を、B型測定器では気温と湿度を10分毎に測定した。測定期間は、2011年は7月28日から8月17日、2012年は7月23日から8月20日である。

② 移動測定

C、D型測定器を用いて、移動しながら気温を測定した。時間ごとに気温は変化するため、基準温度計を設置し、各測器との差をとった。

③ 土壌含水率測定

土壌採取器を土中に打ち込むことで、毎日朝9時に土を採取した。そして採取した土の質量を測り、電子レンジにかけて水分を飛ばし、再度質量を測り、質量の差から水分量を求め、これをもとに土壌含水率を算出し

た。採取場所は、巢立ちの森公園と明和公園の2か所で行い、平均値をその日の土壌含水率として求めた。

を把握しようとした。2011年はA、B型測器を市内42ヶ所、市外3ヶ所に設置し、2012年はA、B型測器を市内36ヶ所、市外5ヶ所に設置した。設置ポイントを以下表に示す。

6. 成果と考察

(1) 夏季定点測定

多治見の暑さの原因を探るため、多治見の気温分布

2011・2012年温度計設置ポイント（特記が無い限り多治見市内）

1	小名田第一公園	17	西坂第二公園	33	文化会館
2	多治見中学校	18	花の丘公園	34	北消防署
3	永保寺	19	巢立ちの森公園	35	旧鉄道トンネル
4	池田小学校	20	脇之島小学校	36	精華小学校
5	市之倉小学校	21	廿原農村公園	37	永保寺バス停前
6	小泉小学校	22	旭ヶ丘運動公園	38	陶都中学校
7	根本小学校	23	北丘中央公園	39	地球村
8	陶ヶ丘公園	24	安土桃山陶磁の里公園	40	総合体育館
9	滝呂小学校	25	脇之島中央公園	41	多治見西高校
10	池田下水処理場	26	双葉保育園	42	春日井高校（春日井市）
11	共栄小学校	27	喜多緑地	43	高蔵寺高校（春日井市）
12	太平公園	28	平和霊園	44	土岐商業高校（土岐市）
13	南坂上公園	29	まなびパーク	45	道樹山頂
14	宝親水公園	30	昭和小学校	46	多治見北高校
15	小泉公園	31	駅区画整理事務所		
16	西坂第一公園	32	市役所		

※2、4、5、8、18、35、41は2011年のみ、9、15、25、40は2012年のみ測定

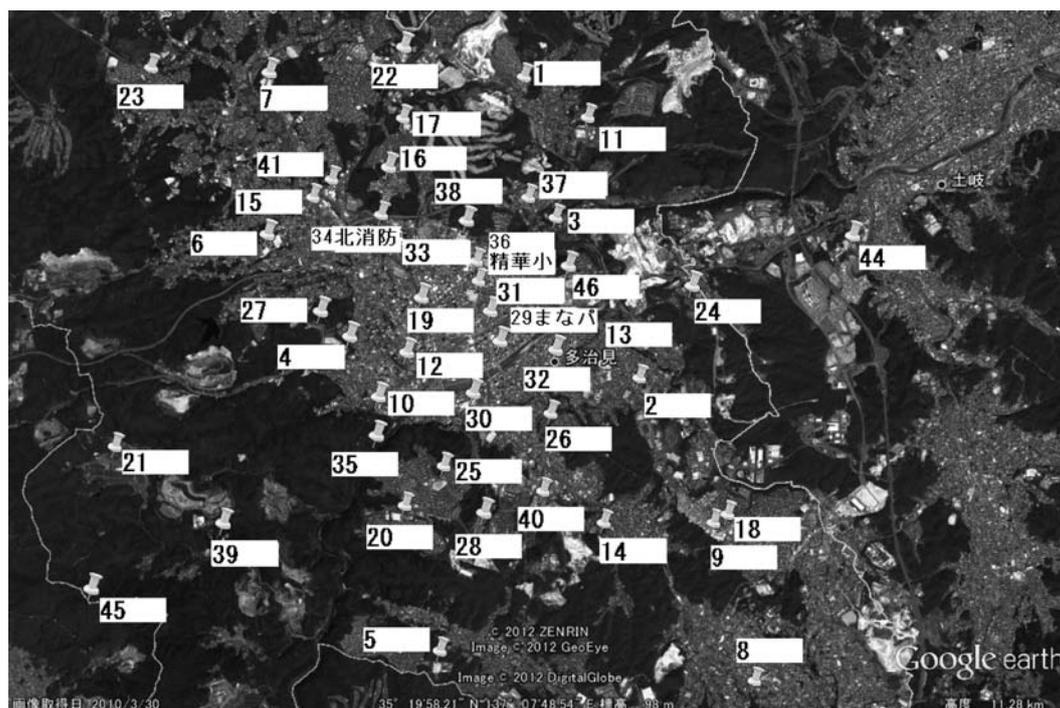


図7 多治見市内測器設置ポイント

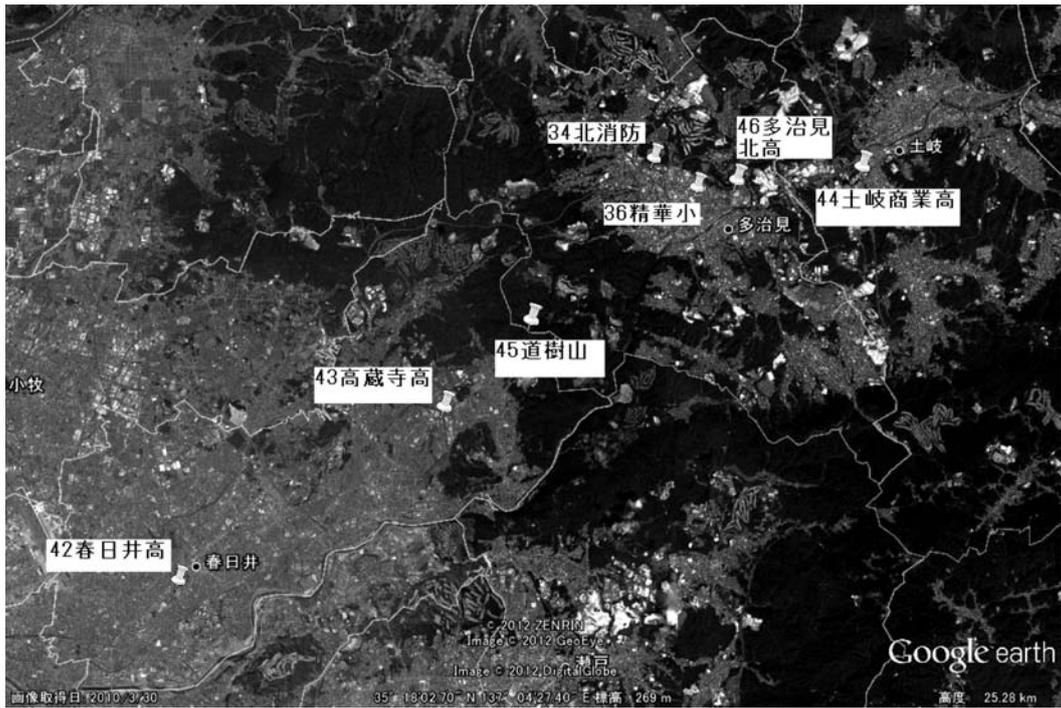


図8 多治見市内・外測器設置ポイント

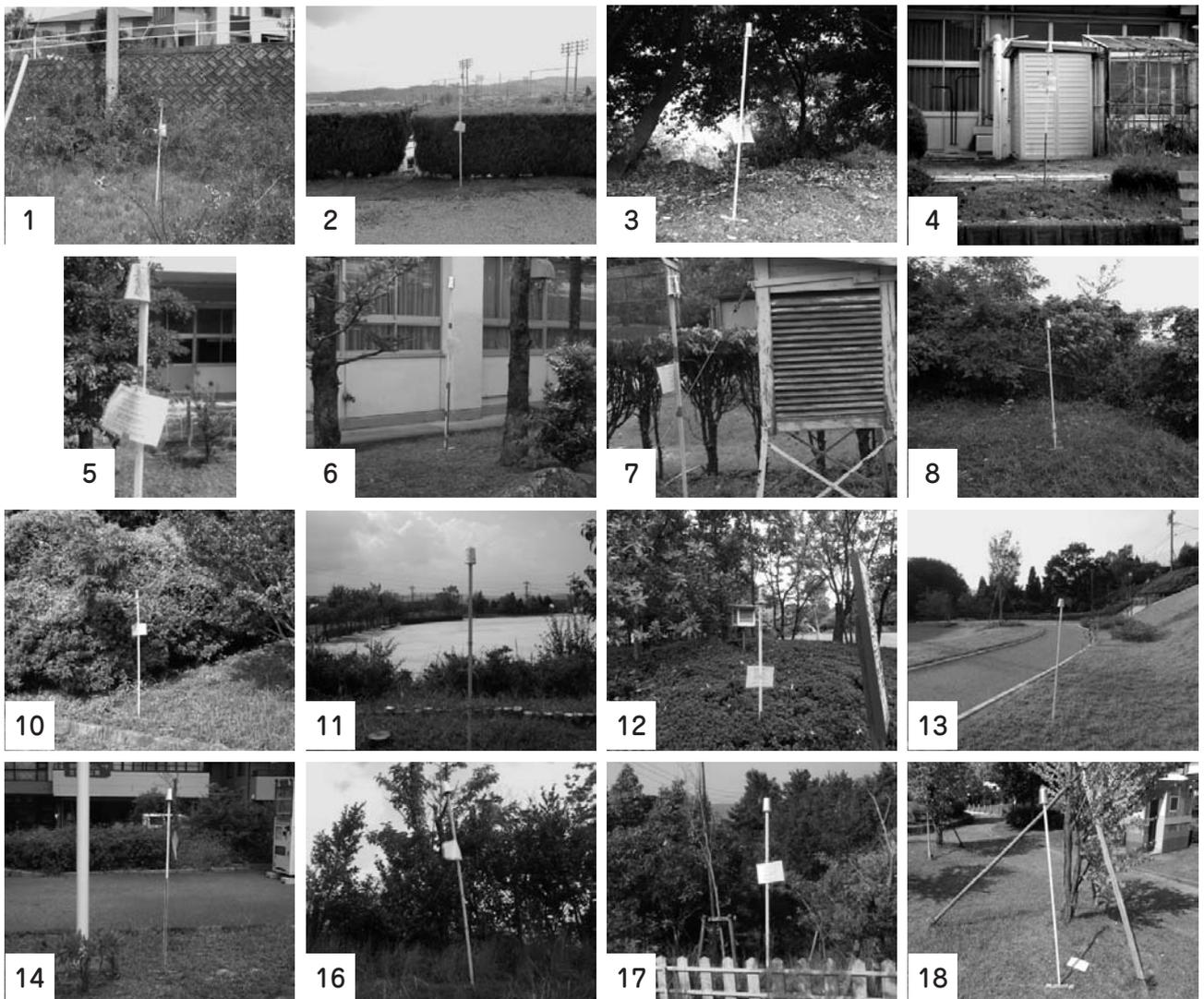


図9 測器設置場所



図9 測器設置場所

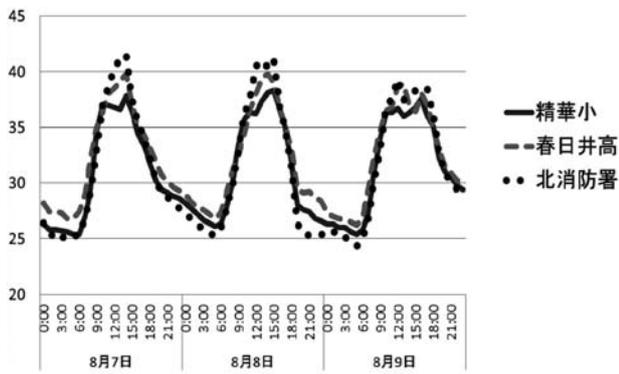


図10 2011サーモクロンデータ

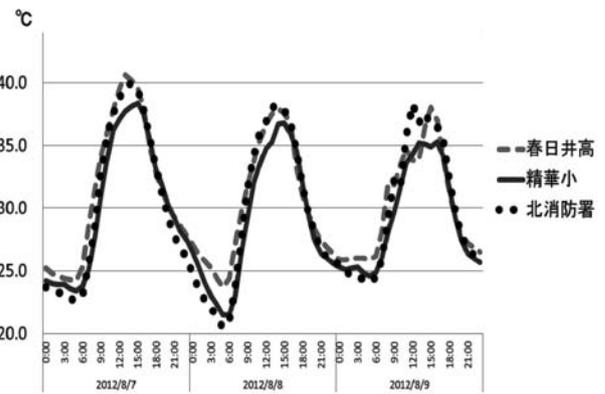


図11 2012サーモクロンデータ

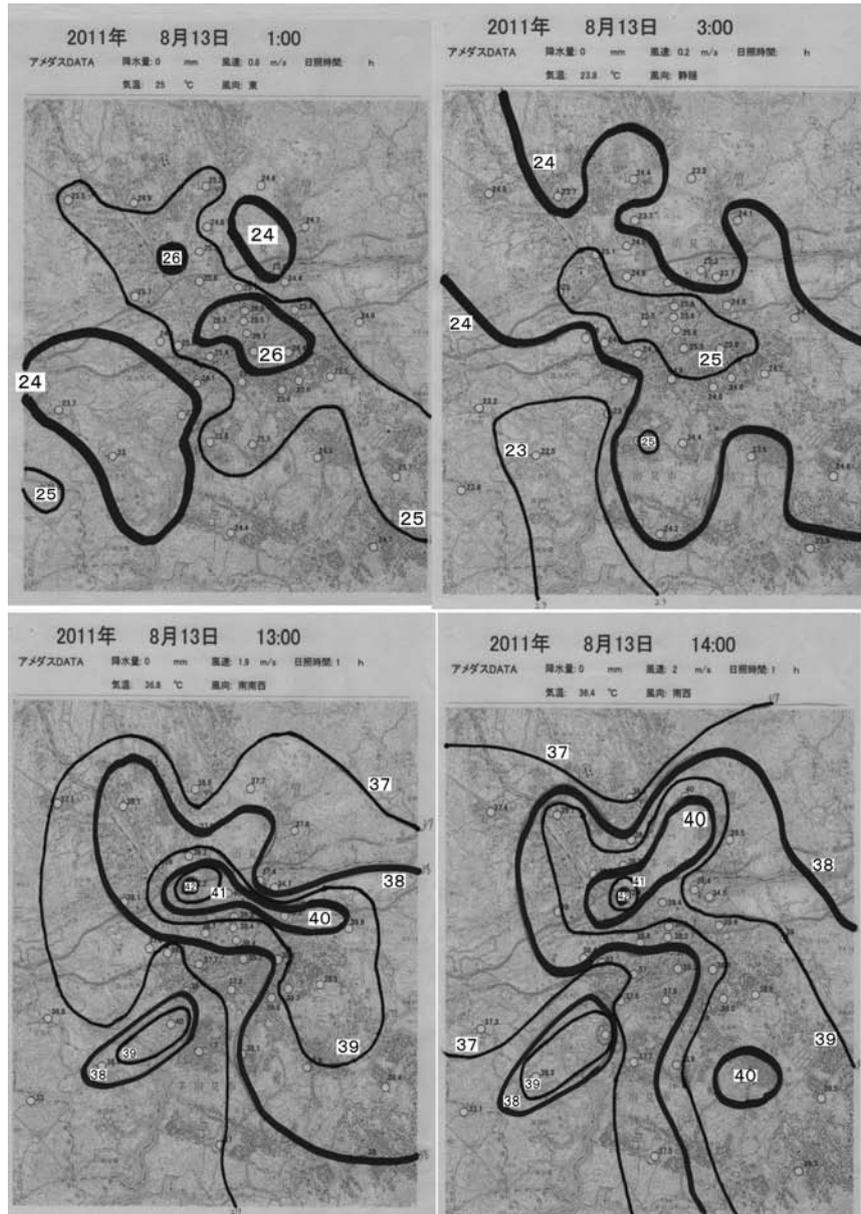


図12 2011年等温線

まず、多治見市外の春日井高校と、市内の精華小学校及び多治見のアメダス測器設置点である多治見北消防署の測定結果を示す(図10、11)。

春日井高校のある愛知県春日井市は、濃尾平野北東部に位置しており、盆地地形の多治見とは対照的な地

理的条件下にある。また、春日井高校と精華小学校はともに、国道19号線から100mほど離れた市街地に位置しており、周囲の環境がよく似ている。

2011、2012年を通じて、昼は春日井市街地と多治見市街地にあまり気温差はない。夜は多治見市街地の

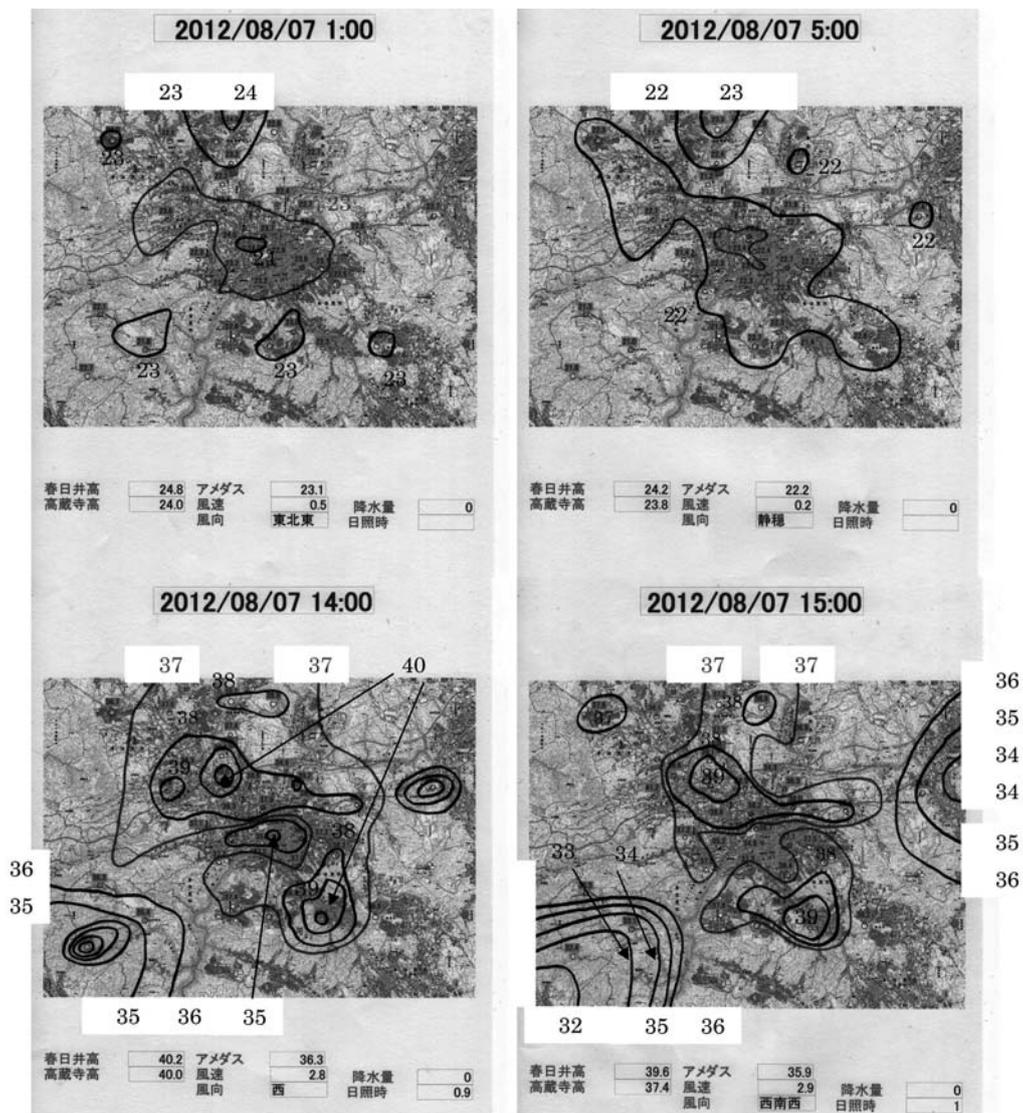


図13 2012年等温線

ほうが気温が低くなっている。また北消防署は、昼は他の2地点よりも突出して暑く、夜は逆に低くなっている。

次に、複数の測定地点で得られた気温データを1時間ごとに平均した。その値を地図上にプロットし、天気図の等圧線を模して等温線を引いた。結果を夜(上段)、昼(下段)に分け示す(図12、13)。

2011年の夜の等温線では、25℃の線に注目すると、最高温地域が市街地外縁部から中心部に向かって狭まっていく様子が表れている。昼の等温線では、40℃以上の線に注目すると、最高温地域がアメダスのある多治見北消防署から多治見北高にかけて市街地北部に分布していることが分かる。その中でも、北消防署は突出して高い気温を記録している。また、市街地南部にも高温地域が出現している。このとき、市街地北部と南部の高温地域の間には、周囲に比べ低温の地域が分布している。

2012年の夜の等温線では、23℃の線に注目する

と、2011年と同様に市街地中心部に最高温地域が収束している。昼の等温線では、37℃以上の線に注目すると、2011年と同様に市街地北部と南部に最高温地域が現れる。2つの最高温地域の間には低温地域が広がっていることも2011年と同様である。

考察

昼、夜に分けて考察する。

昼は、市内外の比較では、多治見市街地は春日井市街地と比べ、あまり暑くないということが言える。一方、市街地北部にある北消防署は他の2地点に比べ突出して暑くなっている。ここで昼の等温線から、市街地北部や市街地南部が高温になっており、精華小学校のある市街地中心部は比較的低温となっている。

この低温地域には土岐川が流れており、川から離れている市街地北・南部が高温となっていることから、土岐川が冷却を及ぼしていることが考えられる。

夜は、市内外の比較では、多治見市街地の方が春日井市街地よりも気温が低くなっている。これは、盆地である多治見と平野である春日井の、地形的な差異によるものだと考えられる。その証拠に、夜の等温線の推移から、盆地外縁から市街地中心部へ冷却が及んでいることが分かる。これは盆地外縁部の森林がもたらす冷気が市街地中心部へ向かって下降してくることが原因だと考えられる。昼に最も暑かった盆地外縁部に近い、北消防署が他の2地点よりも気温が低くなっているのはその表れである。

昼と夜の等温線を比較すると、昼は市街地北・南部が、夜は市街地中心部が高気温地域となっている。このことから、多治見には昼と夜で最高気温地域がずれるという特徴があることが判明した。



図14 測定風景



図15 昭和橋

(2) 土岐川移動測定

定点測定結果から、昼は土岐川が冷却を及ぼしている可能性が示唆される。これを検証するため、土岐川付近の移動測定を行い、鉛直・水平方向のデータを採ることとした。測定にはD型測器を用いた。測定場所は土岐川右岸の多治見駅前フランチを測定開始点として、昭和橋(図15)を渡り、左岸市街地680mまで行った。また、時刻による気温変化の影響をなくすため、基準温度計を多治見北高に設置し、基準との差をとった。測定は2012年、9月16日の10:00~14:00の間に、複数回行った。

以下に、横軸に観測開始点からの距離、縦軸に気温をとったグラフを示す(図16)。

鉛直・水平方向ともに川に近づくにつれて、気温が

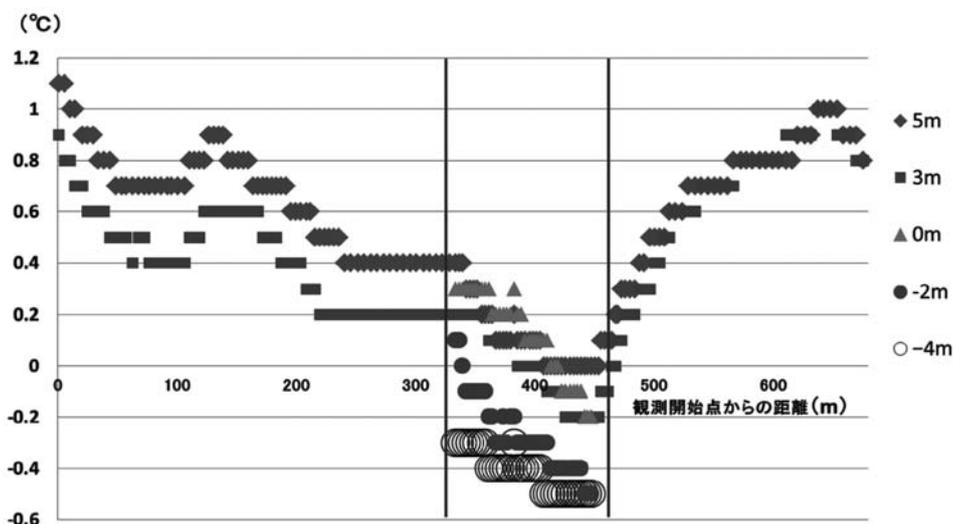


図16 昭和橋付近の鉛直気温分布

低くなっていることが分かる。

各測器の気温データを基に、横軸に観測開始点からの距離、縦軸に地面から見た各測器の高さをとったグラフに変換し、空間等温線(図17)を描いた。このとき、下に位置する線ほど低い気温を表しており、線がグラフ上部に向かうほど、その地点の気温が低くなっていることを表す。

このグラフからも、鉛直・水平方向ともに川に近づくにつれて、気温が下がっていることが分かる。さらに、市街地内部まで冷却が及んでいること、鉛直方向のかなり高い位置にまで冷却が及んでいることが分かる。

グラフ中に示してある『まなびパーク』は、土岐川右岸100mほどの市街地中心部に位置し、2011、2012年の定点観測でA型測定器を設置した。以下に『まなびパーク』の定点測定結果を、同じく市街地中心部にあり土岐川から850mほどに位置する精華小学校、盆地外縁部に近い北消防署と併せて示す(図18、19)。

『まなびパーク』の気温は、同じ市街地の精華小学校と比べて、夜の気温ではほぼ同じであるが、昼の気温はより低くなっている。一方盆地外縁に近い北消防署と比べると、夜の気温ではより高くなっているが、昼の気温ではかなり低くなっている。

考察

土岐川移動測定の結果から、川に近づくにつれて気温が下がっており、市街地内部へ冷却が及んでいることが分かる。今回の測定からは、右岸については300mほどまで冷却が確認できた。このことから土岐川が、多治見の昼の冷却機構となっていることが示された。

『まなびパーク』の気温は、川から離れた市街地中心部、北部に比べて昼は低くなっており、土岐川の冷却を裏付けている。また、精華小学校との比較で昼に顕著な違いがあることから、土岐川の冷却の大きさは川

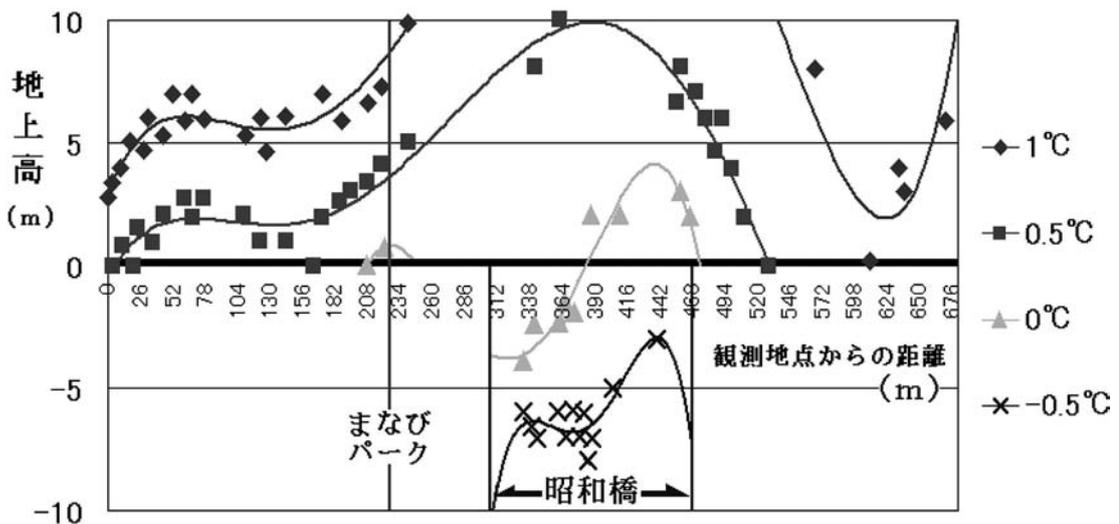


図17 土岐川付近の等温線

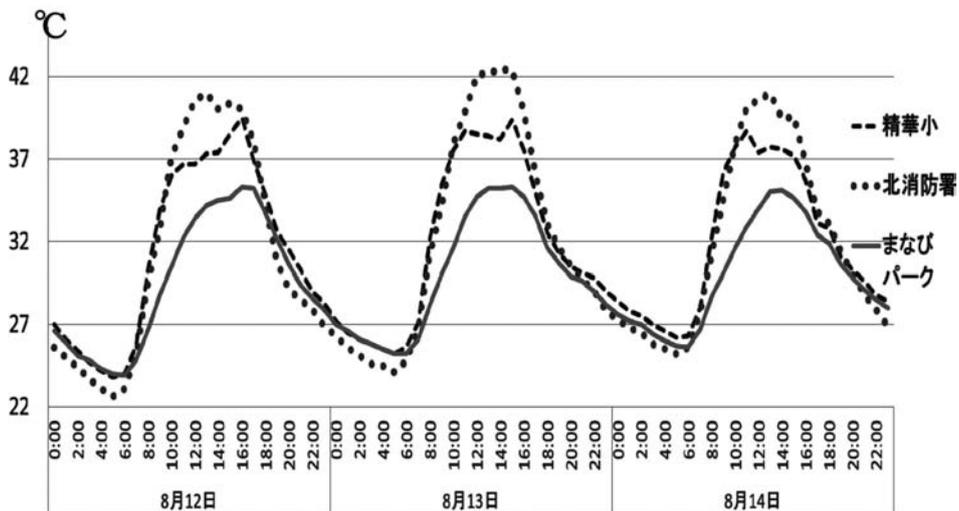


図18 2011サーモクロンデータ

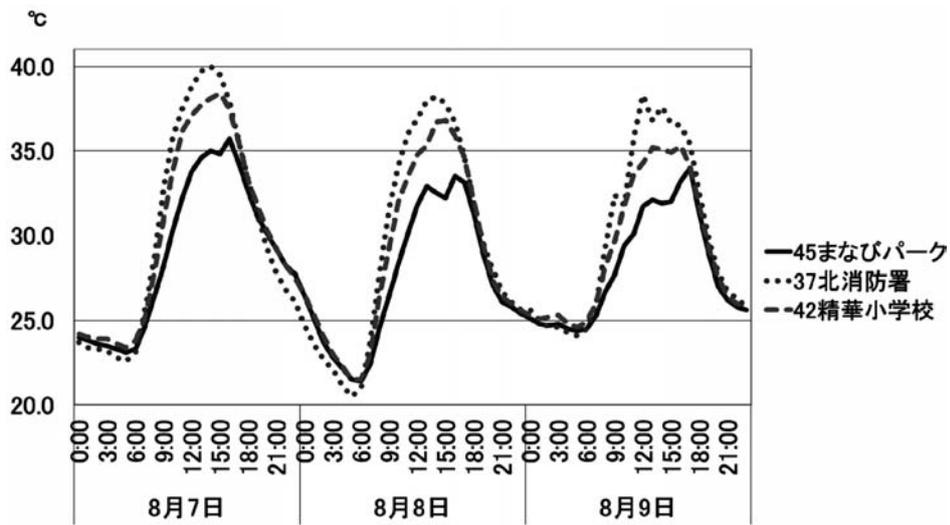


図19 2012サーモクロンデータ

からの距離に依存していることが分かる。北消防署との比較から、昼は土岐川からの冷却が顕著に及んでいるのに対し、夜は精華小学校同様盆地外縁部からの冷却が及びにくいことが示された。

(3) 土壌含水率測定

雨天日を挟んだ11日間の晴天日において、土壌含水率を調べ、定点観測のデータと比較し、気温や湿度との関係を調べた。測定期間は2011年8月3日から8月18日である。以下に測定結果を示す(図20)。

晴天が続くと、空気湿度と土壌含水率はともに下降し、降水があると、ともに上昇する。空気湿度と土壌含水率が下降すると気温が上昇する傾向にある。

考察

空気湿度と土壌含水率は連動している。土壌中の水分は空気湿度の供給源となっていると考えられ、空気

湿度を通して気温上昇を抑制している可能性がある。

このことは、盆地外縁部からの冷却機構としての森林の働きを考える基礎データとなりうる。なぜならば、森林が水分を保持し、地上からの蒸発、葉からの蒸散を通して気温に影響を及ぼしていると考えられるからである。

7. 結論

今回の研究から、多治見には昼と夜で異なる2つの冷却機構が存在していることが判明した。

昼には、市街地中心部を流れる土岐川が、夜には、盆地外縁部の緑地が冷却機構として働いている。定点測定において、昼と夜で最高温地域がずれる現象が見つかったが、これは、2つの冷却機構のどちらが卓越しているかによって起きているのだと考えられる。即ち、昼には土岐川の冷却が市街地の中心部から及ぶことによって、市街地北・南部が高温となり、夜には盆地

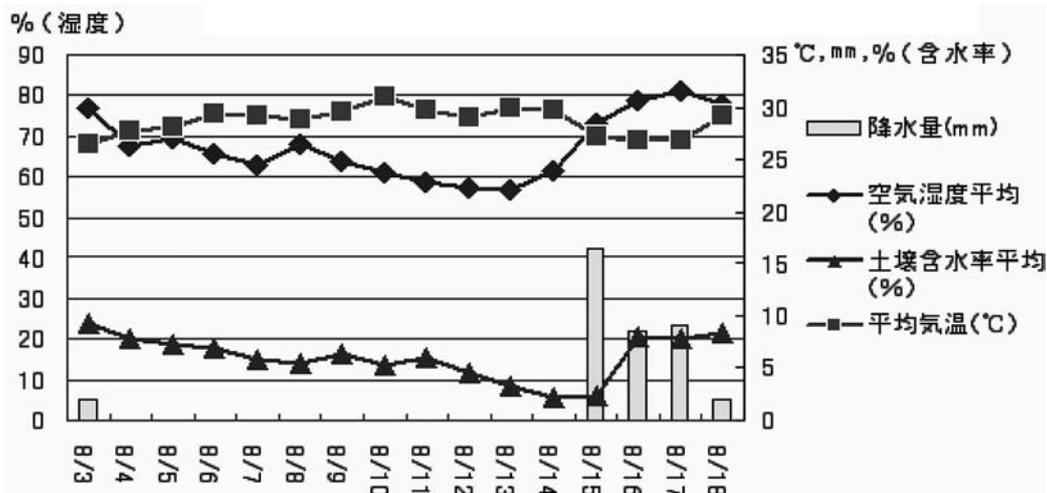


図20 土壌含水率と空気湿度の関係

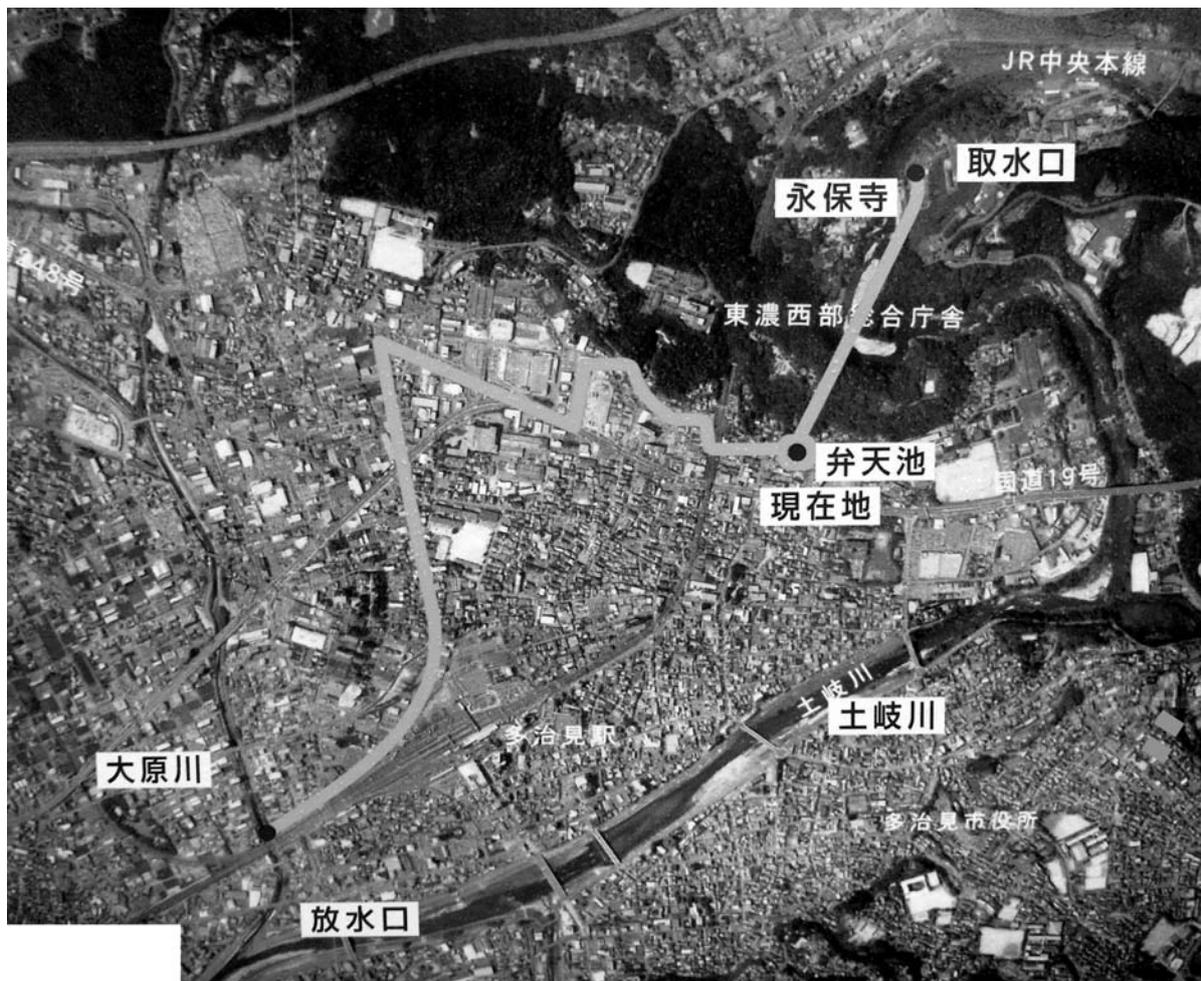


図21

外縁部の緑地から冷却が及ぶことによって、市街地中心部が高温となるのである。

8. 日本一暑い町・多治見を冷やす提言

多治見の冷却機構が分かったので、それを利用して日本一暑い町・多治見を冷やす提言をする。

① 昼の冷却を目指す

昼の冷却が及びにくい市街地北部を冷やすために、永保寺脇で取水し、使用されることなく、地下を流れている農業用水路（虎渓用水）を復活させることで、気温上昇を抑制できるのではないかと思われる。使われていない虎渓用水の流路を図21に示す。

② 夜の冷却を目指す

夜の冷却が及びにくい市街地中心部を冷やすためには、多治見駅裏再開発などにおいて緑化を進めたり、小規模公園を複数造ったりすることが効果的である。また、これまでゴルフ場や宅地開発がなされてき

た盆地外縁部の緑地は、夜の冷却をもたらす機構であるため、これを保全することは気温上昇を抑制する上で重要であると考ええる。

9. 参考文献

- ・気象庁ホームページ
(<http://www.jma.go.jp/jma/index.html>)
- ・国土地理院 1/25000地形図(多治見)
- ・Google Earth (Google社)

岐阜県立多治見北高等学校	自然科学部
土井 淳平	塚本 悠喜
岡島 聡大	加藤 優作
柴田 大輝	直江 良多
水野 佑哉	中島 啓
	若尾 拓海

顧問

田中 誠二 高木 雅信