

国土館大学 地理学報告

No. 31 年刊 2023年3月

佐々木明彦・東郷正美・長谷川 均・牛木久雄

ヨルダン高地東部の Badia にみられる Qa'a の地形的特徴

長谷川 均・中井 達郎

UAV マルチ画像によるサンゴ礁浅海域の

モニタリングと生きた造礁サンゴの抽出

長谷川文哉

千葉市稲毛区におけるコインパーキングの立地と料金設定

藤江亜由美

長野県諏訪盆地における冬季の気温分布

2021年度 国土館大学 地理・環境専攻 卒業論文題目



Geographical Report of Kokushikan University, No.31.

Department of Geography & Environmental Studies,
Kokushikan University

ヨルダン高地東部のBadiaにみられるQa'aの地形的特徴

佐々木明彦*・東郷正美**・長谷川 均***・牛木久雄****

*本学地理・環境コース 准教授

**法政大学名誉教授

***本学地理・環境コース 教授

****元JICA国際協力専門員

キーワード：カーア, バーディア, ネブカ, 乾燥気候, ヨルダン, 中東

I. はじめに

ヨルダン・ハシミテ王国(以下、ヨルダン)は中東に位置し、国土のほとんどが乾燥気候下にある。とくに国の東部では植生に乏しく、砂漠がひろがっている。この地域は気候変動がもたらす様々な影響に対して脆弱であり、社会経済的条件とそれに関連する農業分野での影響が大きいとされる(たとえば、Al-Qudah and Smadi, 2011)。このような観点から、降水量の分析にもとづく干ばつの周期性の検討(たとえば、Hammouri and El-Naqa, 2007)や気候変動に伴って将来の降水量と灌漑用水利用量がどのように変化するかを予測する(たとえば、Menzel *et al.*, 2007)など、農業を行ううえで重要な地域となりつつある半乾燥地域において地域の水資源に与える影響の評価が行われている。

ところで、ヨルダンの国土の大部分を占める乾燥・半乾燥地域はBadia(バーディア)とよばれている。バーディアの河谷の多くはワジとなっており、その表面は細粒の水成堆積物で覆われる。この水成堆積物からなる谷底表面はアラビア語でQa'a(カーア)とよばれ、同地域の地形景観を特徴づけている。カーアの堆積物は過去の気候変動や環境変動を記録している可能性が高く(たとえば、Catlett *et al.*, 2017)、カーアをはじめとするバーディアにみられる地形を記載し、その特徴を明らかにすることは地形学的に重要である。それはまた、乾燥地域にお

ける農地拡大や可住地としての利用可能性などを考えるための基礎にもなり得る。そこで本研究では、ヨルダンのバーディアにみられる地形の成因や地形の変化傾向を考察することを目的として、カーアを中心とする河谷の地形的特徴を調査した。

なお、東郷ほか(2015)は、ヨルダンの乾燥地域にみられるカーアに関して、空中写真の判読からその形成過程に関する考察を行っている。本稿は、東郷ほか(2015)が記載した地域とは異なる場所で現地調査を実施し、そこで得られた資料をもとに新たな考察を行ったものである。

II. ヨルダンの国土の概観

ヨルダンは北緯29°11'~33°22'、東経34°59'~39°18'に位置する(図1)。国土の北ではシリア、東および南ではイラクやサウジアラビア、西ではイスラエルやヨルダン川西岸地区と国境をなす。面積は日本の約4分の1のおよそ9万km²で、標高600m以上の地域が国土の86%を占める(図2)。とくに標高600~1000mの地域が国土全体の76%を占める高原の国であり、最高点のウム・アッダーミ山(Umm ad-Dami; 1854m)は、南部のサウジアラビア国境近くに位置する。一方、国の西部には標高0m以下の地域を含む谷が南北に延びる。この谷については、死海より北側はヨルダンバレー、同南側は

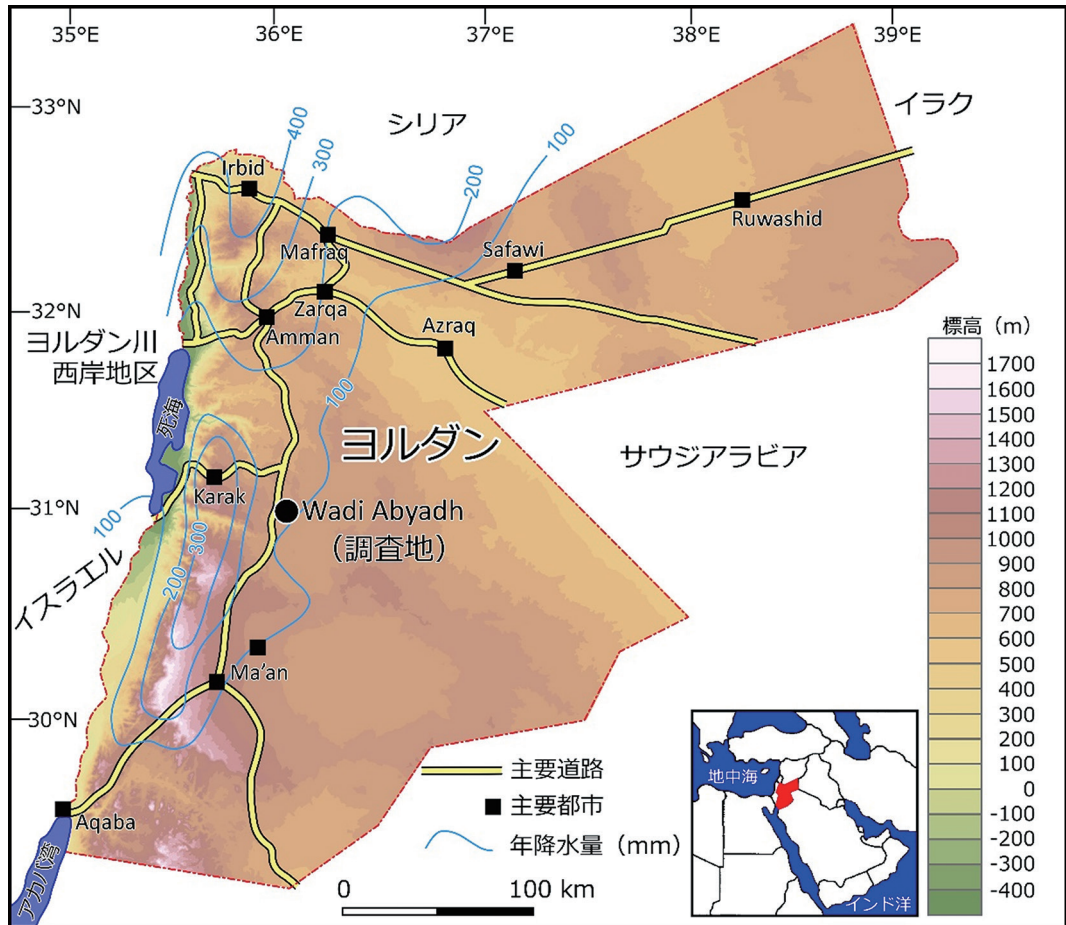


図1 ヨルダンの地形概要

高度分布を示す段彩図はASTER GDEMを使用して作成した。年平均降水量分布はAl-Ansari *et al.* (2005) に基づく。

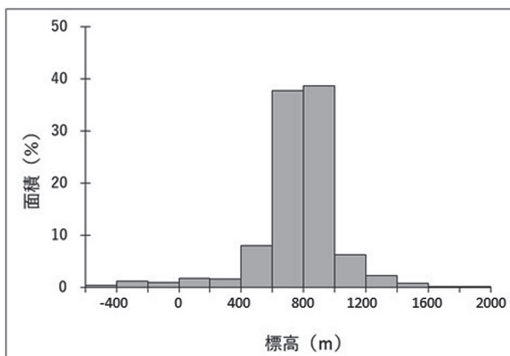


図2 ヨルダンの高度分布

ASTER GDEMを使用して作成した図1の段彩図から区間毎の面積を集計した。

ワディ・アラバとよばれる。谷底の最低点は、地球の陸地の最低標高地点でもある死海の湖岸であり、2016年時点での湖岸の標高は-430mである (Morina *et al.*, 2018)。ヨルダンバレーの谷底と首都アンマンなどがみられる高地とでは比高が1000m以上の斜面となっている。

ヨルダンの国土の90%以上は年平均降水量200mm未満の地域である。とくに、ヨルダンバレーから東へ行くにつれ年降水量は激減し、サウジアラビアやシリア国境に近いヨルダン東部には年平均降水量100mm未満の地域が広がっている (図1)。一方、西部のヨルダンバ

レー沿いには平均降水量200～400mmの地域が広がり、とくにその北部には年平均降水量が400mmを越す地域もみられる(図1)。ヨルダンバレーの西向き斜面は、前述のとおり比高1000mを越す斜面となっており、地中海から運ばれてくる湿った空気塊がこの斜面にぶつかって上昇する際に雨を降らせている。ヨルダンバレーの縁から高地にかけての地域には適度に降水が生じており、アレッポマツ (*Pinus halepensis*)、ケルメスオーク (*Quercus coccifera*)、タボルガシ (*Quercus ithaburensis*) などからなる森林が成立する(磯谷, 2017)。

Ⅲ. 乾燥地域バーディアとカーア

前述のように、ヨルダン内陸の年平均降水量200mm未満の半乾燥・乾燥地域は、バーディアとよばれている(図3)。バーディアという語は中東の多くの地域で用いられており、恒久的な植物がほとんど生育しておらず、降水量に乏しく、地表水は断続的に流れるのみの乾燥した砂漠を指す(たとえば、Al-Homoud *et al.*, 1995)。バーディアでは少ない降水量に対し潜在蒸発量が何倍も多いため水資源に乏しい。しかし、乾燥した砂漠気候ではあるものの、集中的な降水が不規則に発生することもバーディアの気候の



図3 バーディアの景観

特徴である。バーディアでは、年間の降水量のほとんどが11月から5月にかけてもたらされ、その80%は12月から3月に降る。しかも、そうした降水は一回の嵐によることが多い(たとえば、Allison *et al.*, 2000)。バーディアにはワジが特徴的にみられるが、そのワジの表面は、このようにときおり生じる集中的な降水によって細粒物質が除去され、礫が敷き詰められたようになっていることが多い。

また、バーディアにはワジが集まる巨大な平坦面がみられる。この平坦面は現地ではアラビア語でカーア(Qa'a)とよばれている(たとえば、Al-Tawash, 2007)。カーアには様々な規模のものが存在し、ワジと接続して広大な集水域を持つものや、ワジの幅が広がって平坦面が形成されているもの、小さく閉じた凹地状の平坦面のものがある。カーアの成因はよく解っていないが、その表面が細粒の水成堆積物で覆われていることが特徴である(Allison *et al.*, 2000)ことから、一時的に生じる浅い湖の形成が関係しているようである。たとえば、ヨルダン北東部のバーディアでは、年平均降水量が120mm程度であるものの、4月と5月に激しい降水が生じ、集水域一帯で大規模な洪水が起こることがある。その洪水流は地中に浸透するほか、大部分はカーアに数ヶ月間にわたって滞留する(Ta'any, 2013)。こうした洪水によって形成された浅い湖の湖底に細粒物質が堆積し、湖水の蒸発によって干上がった湖底が平坦な地表をつくっている可能性が考えられる。

Ⅳ. ワディ・アビヤド(Wadi Abyadh)のカーアの地形的特徴

1. ワディ・アビヤドの概要

ワディ・アビヤド(Wadi Abyadh)は、ヨルダンの中央東部の高地に位置する(図1)。ワディ・アビヤド付近の地質は、白亜紀のおもに砂・泥岩、チャート、石灰岩からなる(Khalil, 1986)。

低く緩やかな起伏のあるバーディアに特有の地形となっていて、標高900m前後の定高性のある丘頂を有する高原となっている。図1においてはワディ・アビヤドの河谷の末端位置をプロットしており、この地点から南東方向に河谷が伸張する。なお、Abyadhはアラビア語の「白い」という意味であるので、「ワディ・アビヤド」は「白い谷」という意味になろう。ワディ・アビヤドの河谷の出口付近の年平均降水量は100mmほどであるが、流域の大部分の年平均降水量は50mm以下であり、植生に乏しい。

2. 調査方法

はじめに地域の地形概観を明らかにするために、国立研究開発法人宇宙航空研究開発機構(JAXA)の陸域観測技術衛星「だいち(ALOS)」により取得されたデータから作成された5m DSM (Digital Surface Model) を用いて、等高線間隔5mの地形図を作成した。次いで、英国空軍によって1953年に撮影された2万5千分の1モノクロ空中写真(長谷川, 2020)を用いて空中写真判読を行い、カーアの分布を地形図に記載した(図4)。また、ArcGIS 10.6の断面作成機能によって5m DSMから河谷の横断面形

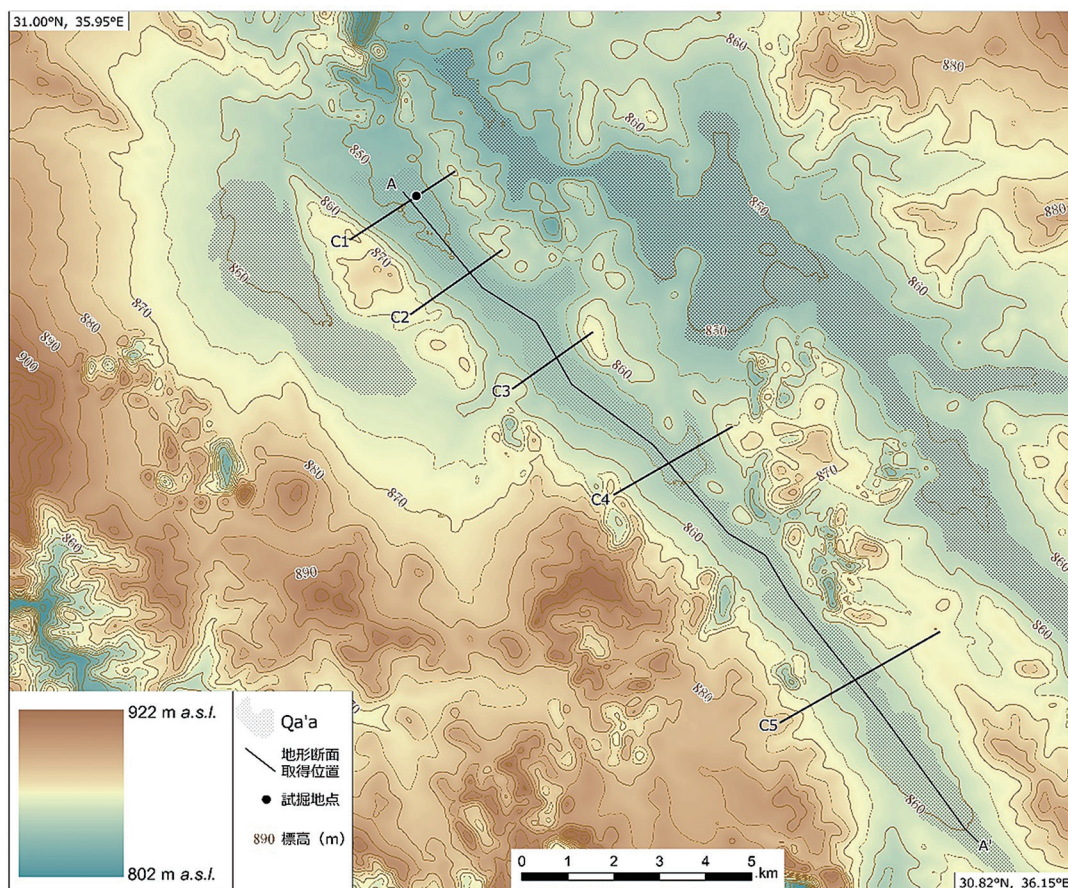


図4 ワディ・アビヤドの地形

AW3D 5mDSMを利用して作成した。等高線間隔は5m。

や縦断面形を把握した。

現地では、カーアを中心とした河谷の地表形態の把握のために、トータルステーションを用いた測量を行った。また、河谷の表層を掘削して堆積物の詳細を記載した。

3. ワディ・アビヤドの河谷の地形

ワディ・アビヤドの河谷は、前述の白亜紀のおもに砂・泥岩、チャート、石灰岩からなる高原を浅く開析している。高原の頂部斜面と谷底面との比高はおおむね20~30mである(図4)。ここで示す範囲では3列の河谷が形成されており、その谷底にカーアがみられる。空中写真の判読では、カーアの表面は周囲の谷壁斜面と比較すると肌理が細やかで明度も明るく、地表を構成する物質が谷壁斜面のそれとは明らかに異なることを読み取ることができる。加えて、カーアと谷壁斜面との境界には段差や明瞭な遷緩線は認められず、両者は漸移するようにみえる。また、谷壁斜面は極めて緩傾斜であり、斜面にはガリーが数多く形成されている。ガリーの末端には小規模な扇状地状の堆積地形が認められ、上述のようにカーアの地表にスムーズに

連続する。カーアは谷底に幅1km前後で広がり、20km程度の長さに渡ってみられる。カーアの最大幅が3kmに及ぶ区間がある一方、河谷の幅が狭い区間ではカーアの幅も1km以下になっている。頂部斜面も緩傾斜であり、頂部斜面と谷壁斜面の境界も漸移的で両者の間に明瞭な遷緩線は認められない(図5)。

カーアがみられる河谷のうち、中央の河谷を横断する測線を地形図上(図4)で設定し、AW3D 5mDSMの座標を利用して、ArcGISの断面抽出ツールを用いて河谷の横断面図(図6)と縦断面図(図7)を作成した。これらの断面図は水平距離にして4.16m間隔で標高点をプロットしており、水平距離1kmあたりで240点の座標が得られている。横断面図ではカーアがみられる部分を破線で示しているが、ここに示されるように谷底面は必ずしも平坦ではなく、横断方向にわずかに起伏がある。カーアと谷壁斜面はスムーズに移行し、この横断面図にも両者の境界には明瞭な遷緩線は認められない。谷壁斜面の傾斜角は2°前後であり、頂部斜面に連続する。また、カーアの縦断方向の断面では、約18kmの縦断長で最上流と最下流との比高が



図5 ワディ・アビヤドの河谷の景観

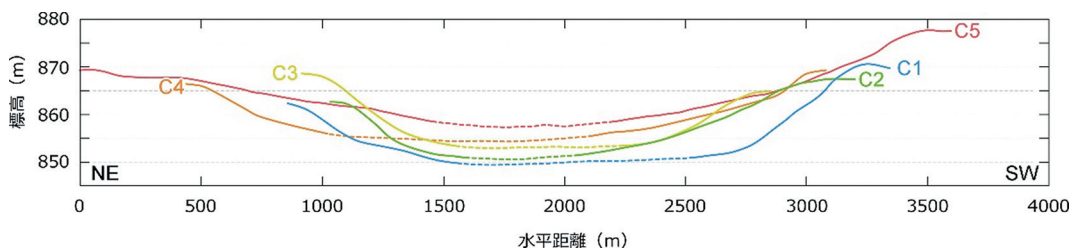


図6 カーアを含む河谷の横断面

高さを水平距離の20倍に誇張して表現している。各横断面の破線部がカーアを示し、実線は谷壁斜面と頂部斜面であることを示す。この横断面図は、AW3D 5mDSMを利用し、ArcGISの断面作成ツールを用いて抽出した座標をもとに作成した。各横断面の位置は図4に示した。

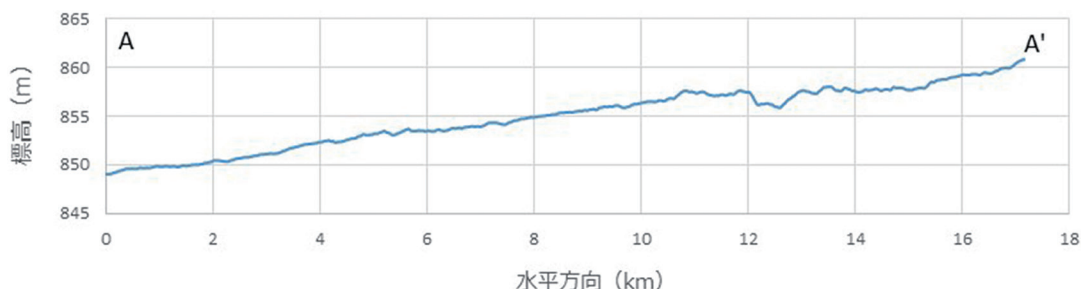


図7 カーアの縦断面

高さを水平距離の100倍に誇張して表現している。AW3D 5mDSMを利用し、ArcGISの断面作成ツールを用いて抽出した座標をもとに作成した。縦断面の位置は図4に示した。

約11mであるので、勾配は6%、傾斜角では0.02°と、平均的には極めて平坦であるが、区間ごとには数10cmの起伏を有し、とくに起点からの距離にして12~13kmの区間ではその周囲よりも2mほど窪んだ形態となっている。

頂部斜面の表層にはごくまれに円礫や亜円礫がみられるが、基本的に砂岩やシルト岩の角礫~亜角礫に覆われている。表面の角・亜角礫層は細粒物質を欠き、その下位にはシルト・砂をマトリクスとする角・亜角礫層がみられる。部分的には砂岩・シルト岩の基盤岩が露出する(図8)。谷壁斜面は長径5~10cmの亜角礫に覆われているが、長径20cmを越す亜角礫が散在する。空中写真でも判読できるように、ガリーが谷壁斜面に形成されている。ガリーの規模は多様であるが、最も発達しているガリーで幅が3m、深さ40cmほどである。そうしたガリーに



図8 ワディ・アビヤドの河谷の頂部斜面の状況

において観察する限りでは、谷壁斜面の表層40cm程度はマトリクスサポートの構造をもち、砂・シルトをマトリクスとする亜角礫層であることが確実である。ガリーの下方に形成された小規模な堆積地形は、長径5cm前後の砂岩・シルト岩の亜角礫を含む砂・シルトからなる。

4. カーアの表層堆積物の特徴

カーアの表面は、砂・シルトで覆われ、2cm

以下の亜円・亜角礫が散っている。地表の大部分は干上がった湖底面のように見え、そこには水の蒸発に伴うとみられる亀甲状の亀裂が生じている(図9a)。ごく一部には明瞭な流水によって侵食された痕跡や粗砂～細礫など流水で運搬された堆積物が薄く広がる部分も認められる(図9b)。前述のように、カーアの表面は広範にみれば極めて平坦であるが、局所的には数10cmの起伏を有する。流水によって地表に生じた流路跡とそこから流出したシルト・砂・細礫がつくる堆積地形が、カーアの表面に起伏をつくることもあるがさらに大きな起伏をつくるものとして、nebkha (Everett *et al.*, 1984; ネブカ)がある。ネブカは、カーアの表面において

河谷の方向に直行してカーアの幅いっぱいにのびる、細砂～粘土からなる高さ50cm前後で幅2mほどの、かなり固結した砂堆であり、低灌木をとまなう(図9c)。カーアの表面の高さは、ネブカを挟みその上流側のほうが下流側より10cm前後高い。そして、砂堆が低い部分に前述の流水の痕跡が認められる(図9b)。ネブカの帯は上流に向かっておおむね100m前後の間隔で何列も配列している(図9d)。

カーアの表層を掘削したところ、地表から4～6cmは、細礫混じりで層理が明瞭なシルト質粘土層で、その下位は弱い層理が発達する細礫混じりのシルト質粘土層であった(図10)。堆積物の構造をみる限り、カーアの表層の構成

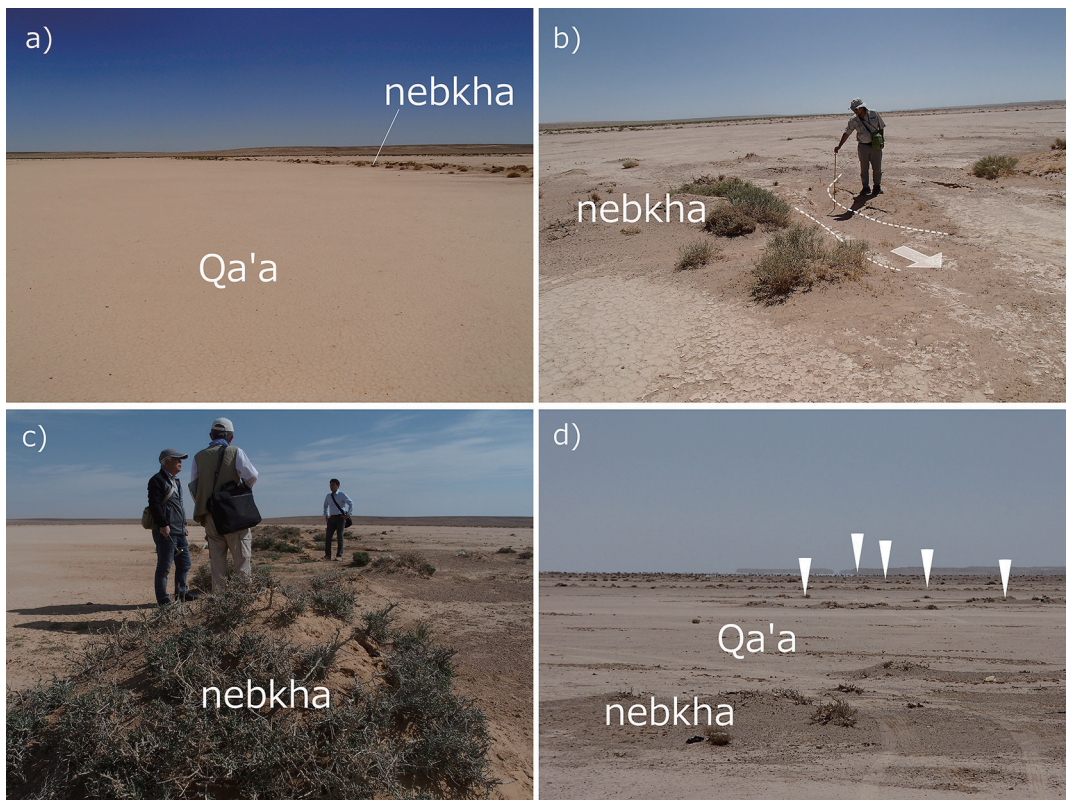


図9 カーアの地表の状況

a) カーアの地表は細粒物質に覆われる。b) ネブカを越えて深さ20cmほどの流路跡が下方に延び、その下方にはシルト・砂・細礫が堆積する。c) ネブカは細砂～粘土からなる砂堆であり低灌木を伴う。砂堆の比高は50cm前後、カーアの縦断方向での幅が2mほどである。写真の右側が上流側である。d) カーアの上流方向をみる。カーアの表面に認められるネブカの位置を矢印で示した。ネブカは上流に向かって一定間隔で分布する。

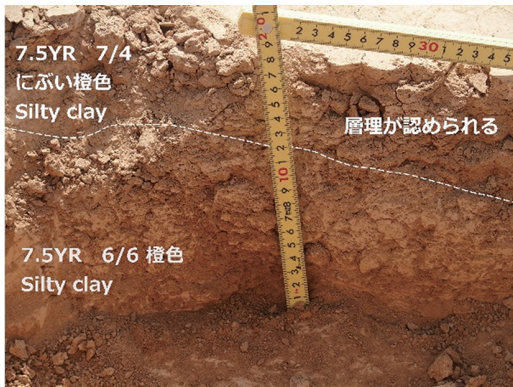


図10 カーアの表層堆積物

試掘位置は図4に示した。

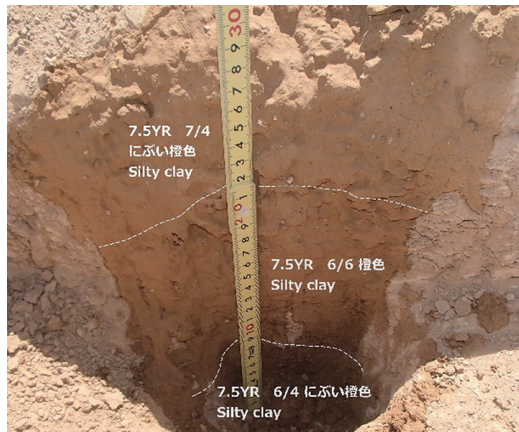


図12 カーアの浅層に認められる難透水層

試掘位置は図4に示した。

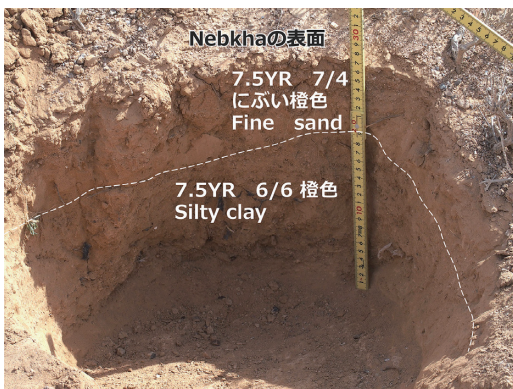


図11 ネブカの砂堆の構成層

試掘位置は図4に示した。

層は流水の作用の影響を受けて堆積したものであることが明らかである。一方、ネブカの砂堆は、表層の8cm程度は細砂を主体として細礫を含む砂層であり、その下位にはシルト質粘土層がみられる。いずれも無層理で堅く締まっており、指では容易には崩れない。ネブカの構成層の下位にはカーアの構成層がみられるが、層界は明瞭ではない(図11)。なお、カーアの地表から30cmほどの深さには非常にコンパクトなシルト質粘土層がみられる(図12)。このシルト質粘土層は水をかけても軟化せず、手掘りではこれより深く掘削することはできなかった。これは最も浅部に存在する難透水層である

と考えられる。カーアの表層が水成堆積物からなることは確実にみられるが、その全層厚がどの程度あるかはこの調査では明らかにできなかった。

5. カーアおよびワディ・アビヤドの河谷の形成

一部に基盤岩が露出し、薄い砂礫層に覆われる頂部斜面と谷壁斜面は、いわゆるベディメントの一種と考えられる。かつての侵食面が河谷の形成によって浅く開析され、機械的・化学的風化によって生産された礫がシートウオッシュによって谷に向かって運搬され、砂礫に覆われた緩い谷壁斜面が形成されたと考えられる。頂部斜面から谷壁斜面にかけて生じる面的な流水は谷壁斜面の下部において線的な侵食になるため、ガリーが形成されているものと考えられる。

カーアはいわゆるプラヤの一種であると考えられる。カーアの表層の構成層には層理が認められることから、その堆積過程に流水が関与したことは間違いない。一方、カーアの表面には、明瞭な流水によって侵食された痕跡や粗砂～細礫など流水で運搬された堆積物が薄く広がる部分もあるものの、大部分の地表には流水の構造は認められない。これらのことから、水の流動が細粒物質の堆積に影響する程度の浅い水域が河谷の谷底部に形成され、その湖水が蒸発

することで残されたかつての湖底がカーアであることは間違いなさそうである (Allison *et al.*, 2000)。谷壁斜面起源と考えられる細礫がカーアの表層の構成層に混じることからも、完全な止水というよりも、湖水はある程度の流れをともなっていた可能性が考えられる。また、カーアの表面に形成されるネブカは、カーアの表面の谷幅いっぱいには延びており、それは100m前後の間隔で何列も配列している。ネブカを挟み、その上流側のカーアの地表面が下流側のそれよりわずかに高いことは、流水で運搬される細粒物質がネブカの上流側にトラップされて堆積していることを示している。また、ネブカの砂堆が低い部分の表面には新しい流水の痕跡が認められる。この部分を観察すると、ネブカの低い部分を越えて、上流側から下流側へ水が流れたように見える。カーアの表層構成層の深度30cmほどに難透水層がみられるので、集中的な降水が生じると、ネブカとネブカの間に水域が形成されるのであろう。そして、その水域の水のある程度の量はネブカの低い部分を通り下流側に流れ、残った水域の水は蒸発するものと考えられる。

ワディ・アビヤドのカーアは、縦断方向の勾配が6%とほぼ平坦である。かつては多雨期が存在し (たとえば, Mischke *et al.*, 2015)、谷底

に広大な湖が形成されていたのであろう。しかし、現在の乾燥地域で生じる集中的な降水は局所的な現象であることが考えられるので、延長20kmにおよぶカーアのどこかで集中的な降雨がある場合、水域の形成もまた局所的なものになると考えられる。

ワディ・アビヤドの河谷がどのくらいの期間で形成され、カーアがどの程度の厚さの堆積物に覆われたかは不明である。しかし、ワディ・アビヤドの南東に位置するAl Jafrのプラヤでは、地表下90cm深の堆積物から42378 ± 287 cal BPが、同20cm深から7338 ± 76 cal BPの放射性炭素年代が得られており (Mischke *et al.*, 2015)、これをふまえると、カーアの構成層が1mほど堆積するには数万年かかることになる。

現在のカーアはどの程度の地形変化を示すのか、については、カーアの地表面に流水跡や細粒物質の堆積など、地形変化を示す痕跡が認められることから、地表面の詳細な測量を繰り返すことで侵食量や堆積量などの地形変化量を明らかにできる。ただし、現状ではそうした調査は実施できていない。なお、1953年に英国が撮影した1/25000空中写真と2017年に撮影されたGoogle earthの衛星画像とを比較すると、ネブカの位置や規模に変化はほとんど認められない (図13)。カーアの地表面の侵食や堆積が生

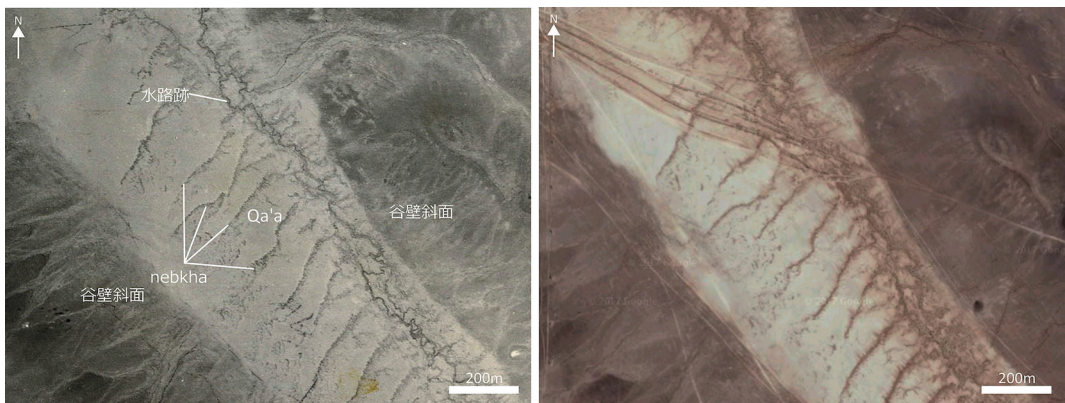


図13 ワディ・アビヤドのカーアの2時期の比較

(左) 1953年英国空軍撮影の空中写真 (整理番号45. 003)

(右) 2017年撮影のGoogle earthの衛星画像

じていることは間違いないが、ネブカを含めてカーアの大枠の変化は過去64年間にほぼ生じていないようである。

V. おわりに

本稿では、ヨルダン高地東部にみられるカーアの地形的特徴について報告した。現地調査で得られた情報は少なく、カーアの形成過程は詳しくにはならなかった。今後の課題として、カーアの縁辺部においてカーアの構成層と谷壁斜面の構成層との関係を明らかにし、河谷地形の発達過程を明確にすること、地表面の測量を繰り返し行うことで、この地域で生じている地形形成作用の質と強度を明確にすること、があげられる。カーアの表面にみられるネブカの起源もまた不明のままである。乾燥した場所に植生が定着するのだから、堆積物の粒径が異なると水分環境が違うことが予想される。ネブカとその周囲の堆積物の粒度組成の調査などが必要であろう。

謝 辞

本研究の遂行にあたり、平成27・28年度日本私立学校振興・共済事業団学術研究振興資金「ヨルダンの環境と地域構造の変化に関する地理学的研究（代表者：長谷川 均）」、ならびに学術研究助成基金助成金「749年パレスティナ大地震に関する変動地形学的研究（代表者：東郷正美、課題番号15K01173）」、公益財団法人JFE21世紀財団・アジア歴史研究助成「平和の回廊ヨルダン渓谷の景観変化と開発史・地域構造に関する研究（代表者：長谷川 均）」を使用した。

文 献

磯谷達宏 (2017) : ヨルダンの森林植生概観—
‘Vegetation of Jordan’ に記載された情報を中心に—
一. 国士舘大学地理学報告, **25**, 1-16.
東郷正美・長谷川 均・石山達也 (2015) : ヨルダン砂
漠で見いだされるQa'aと疑似氷河地形. 法政大学
多摩研究報告, **30**, i - ii.
長谷川 均 (2020) : ヨルダンを撮影した歴史的空中写

真の検索・表示・カラー化システムの構築とそれを
活用した国士舘ヨルダンプロジェクト. 国士舘大
学地理学報告, **28**, 1-14.

- Al-Ansari, N. and Baban, S. M. (2005): Rainfall trends in the Badia Region of Jordan. *Surveying and Land Information Science*, **65**, 233-243.
- Allison, R. J., Grove, J. R., Higgitt, D. L., Kirk, A. J., Rosser, N. J. and Warburton, J. (2000) : Geomorphology of the eastern Badia basalt plateau, Jordan. *Geographical Journal*, **166**, 352-370.
- Al-Homoud, A. S., Allison, R. J., Sunna, B. F. and White, K. (1995) : Geology, Geomorphology, Hydrology, Groundwater and Physical Resources of the Desertified Badia Environment in Jordan. *GeoJournal*, **37**, 51-67.
- Al-Qudah, K.A. and Smadi, A.A. (2011) : Trends in maximum daily rainfall in marginal desert environment: signs of climate change. *American Journal of Environmental Sciences*, **7**, 331-337.
- Al-Tawash, B.S. (2007) : Carbon-14 Dating and stable isotopes of carbonates of late Pleistocene lacustrine sediment in Qa'a Selma (Jordanian Badia). *Iraqi Journal of Science*, **48**, 155-165.
- Catlett, G. A., Rech, J. A., Pigati, J. S., Al Kuisi, M., Li, S. and Honke, J. S. (2017) : Activation of a small ephemeral lake in southern Jordan during the last full glacial period and its paleoclimatic implications. *Quaternary Research*, **88**, 98-109.
- Everett, J.R., Russell, O.R. and Nichols, D.A. (1984) : *Landsat surveys of southeastern Arabia*. EL-Baz, F. eds. Deserts and arid lands. 171-194.
- Hammouri, N. and El-Naqa, A. (2007) : Drought Assessment Using GIS and Remote Sensing in Amman-Zarqa Basin, Jordan. *Jordan Journal of Civil Engineering*, **1**, 142-152.
- Khalil, B. (1986) : *The geology of 1:50000 Wadi Al Buway'ija map sheet*, Natural Resources Authority, Amman, Jordan.
- Menzel, L., Teichert, E. and Weiss, M. (2007) : Climate change impact on the water resources of the semi-arid Jordan region. *In Proceedings 3rd International Conference on Climate and Water, Helsinki*. 320-325.
- Mischke, S., Opitz, S., Kalbe, J., Ginat, H. and Al-Saqarat,

- B. (2015): Palaeoenvironmental inferences from late Quaternary sediments of the Al Jafr Basin, Jordan. *Quaternary International*, **382**, 154-167.
- Morina, E., Rybb, T., Gavrielic, I. and, Enzela, Y. (2018) : Mean, variance, and trends of Levant precipitation over the past 4500 years from reconstructed Dead Sea levels and stochastic modeling. *Quaternary Research*, **91**, 751-767.
- Ta'any, R. (2013): Availability of surface water of Wadi Rajil as a source of groundwater artificial recharge: a case study of eastern Badia, Jordan. *Current World Environment*, **8**, 189-201.

UAVマルチ画像によるサンゴ礁浅海域の モニタリングと生きた造礁サンゴの抽出

長谷川 均*・中井 達郎**

*本学教授 **本学非常勤講師

キーワード：サンゴ礁，サンゴ被度，生サンゴ指標，モニタリング，UAV，ドローン，マルチカメラ

I. はじめに

地球温暖化に関する議論が活発におこなわれ、「世界のサンゴ礁の90%は死滅した」とか「日本のサンゴ礁ではサンゴの90%は既に死んでいる」といったセンセーショナルな文言でサンゴ礁の危機が語られる。しかし、これらの数字の正確さを示す根拠が示されたことはない。サンゴ礁に関する巷間流布される情報には、根拠のない数字で環境危機を煽っている例があり、そのひとつがこれらの死滅割合を示す数字である。

しかし日本をはじめとするサンゴ礁海域では、造礁サンゴの生息が顕著であった浅海域で、その生息場が狭まり群体が減少していることは紛れもない事実である。これは大規模な造礁サンゴの白化現象や、局地的、地域的な原因で起こる水質汚濁などの環境悪化や大規模な土木工事などに伴うサンゴ礁自体の喪失が原因である。造礁サンゴの死滅や分布域の変化は、サンゴ礁環境の変化をもたらす。本稿では「サンゴ礁浅海域」を、礁池、浅礁湖と称される水深2~3mまでの海域とするが、この海域でのマッピング、モニタリング、管理の方法を開発することは急務であるにもかかわらず、サンゴ礁浅海域で継続的かつ総合的に底生生物の情報を収集することは容易ではない。

そのようななかにあって、リモートセンシングはこの海域の情報を均質的に広域に同時にカバーする唯一の現実的なツールである。1970年

代以降、衛星画像を用いた多くの研究事例がある（これらはGreen et al. (2000) やGoodman et al. (2013) でまとめられている）。ただ、従来の衛星リモートセンシングデータでは以下のような問題点がある。

- ① LANDSAT、SENTINEL、SPOTクラスの衛星では、空間解像度が低く現象を捉えることはほぼ不可能である。
- ② 空間解像度の高いIKONOS、WORLD VIEWクラスの衛星データは非常に高価で、行政や保護・保全活動の担当者がこれを使って解析するのは非現実的である。
- ③ 上記②の高解像衛星データを使う場合でも、浅海域の現象を捉えるための波長が必ずしも適切ではない。
- ④ 任意のタイミングで画像を得ることができないし、光学センサーは天候に依存し衛星の周回間隔が長く時間解像度が常に問題となる。
- ⑤ データ解析が煩雑であり、水質、水深、透明度、大気の状態など、さまざまな条件下に対応できるモデルが無く、モデルの作成と解析に時間がかかるので、現場での応用、即応が困難である。

なお、前述のように衛星データを使った研究事例は多く存在するが、モデル開発や解析手法の検討が主で、実用例、応用例に乏しい。白化の抽出に使えたとしても、白化後長時間が経ってから抽出しても速報性の面では意味がない。

上記の問題点を解決する方法の一つがUAV (Unmanned aerial vehicle; 通称ドローン) を使用した近接リモートセンシングである。

本研究は、UAVで撮影した高解像空撮画像を使用し、カラー (RGB) 画像では判別できない生きた造礁サンゴの分布を、特定の波長帯を使って周囲の底質から区分する手法を開発し発展させようとするものである。研究の本意は、現場で保護・保全活動の担当者が簡単に利用できるような市販品のUAVと解析ソフトを使用する汎用性の高い方法を指向するというものである。

低空からサンゴ礁を撮影 (撮像) すれば、生サンゴの分布を正確にしかも群体単位で把握できる (長谷川 2014)。UAVを高度100m程度で飛行させれば、10cmサイズの群体も撮影することができる。筆者のうち長谷川は2012年以降、UAVを使ってサンゴ礁域を撮影し白化現象の把握や海草藻場の解析を試みている (長谷川 2012, 長谷川ほか 2016)。しかし、一般に得られる可視域のカラー画像 (RGB画像) では、生サンゴの抽出すなわち死サンゴや藻場との分離は難しい。生サンゴが白化した場合は抽出が可能だが、カラー画像を用いたとしても、生きた状態の造礁サンゴだけを正確に抽出するのは容易なことではない。その理由は、可視領域では生・死サンゴや褐藻類のカラー特性が類似していることに起因する。いっぽう、従来のカラー画像からでは得ることができない「生・死サンゴの判別」が可能になれば、少なくとも現在造礁サンゴの衰退が問題になっている浅海域で、造礁サンゴやサンゴ礁における底質の変動を捉えることが可能になる。

II. 目的および方法

本研究の目的は、カラー画像では判別できない生きたサンゴの被度を、通常カラー画像以外の特定の波長帯の画像を使って周囲の底質

から区分する手法を開発し、「生サンゴ指標」に相当する指標と算出方法を見いだすことである。そしてその画像を入手する方法としてUAVによる近接撮影を実施した。

本研究で使用するUAVは、RTK (リアルタイムキネマティック) を使用し撮影範囲をあらかじめ指定したオートパイロットで画像を得ることができる。同一サイトの画像を繰り返し取得することによって、継続的なモニタリングが可能となる。なお、本研究で使ったUAVは、DJI製Phantom 4 Multiである。解析ソフトは、MetashapeおよびPix4Dfieldsを使用した。

図1は、UAVで撮影したサンゴ礁浅海域の近接画像である。この図から明らかなように、造礁サンゴの白化というような顕著な変化は通常カラー画像で検出できる。高度100m程度で撮影すれば空間分解はcmオーダーとなるため白化した造礁サンゴの検出などを目的とする際にはUAV画像はきわめて有用なツールになる。また図2では、紫色の塊状のコブハマサンゴ (*Porites lutea*) が撮影されており、このような色を持つ造礁サンゴであればRGB画像で造礁サンゴの抽出も容易である。しかし、造礁



図1 サンゴ礁浅海域の近接撮影の例

高度100mから撮影した画像で白化した造礁サンゴを捉えている (2016年石垣島白保, 長谷川撮影)。

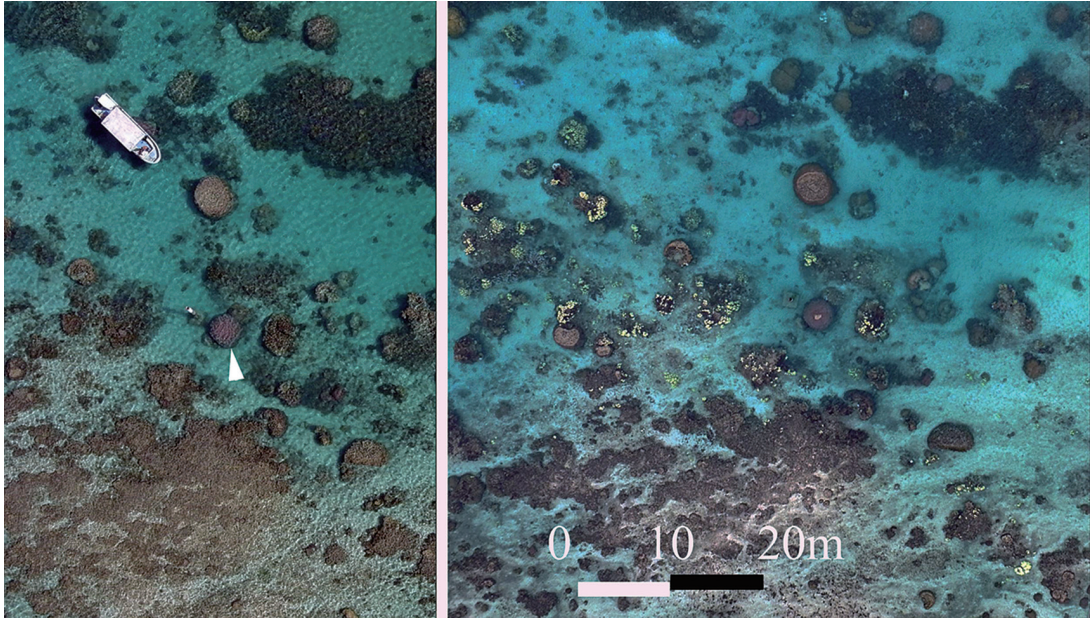


図2 同一サイトにおける平常時（2012年左写真）と白化時（2016年）の比較

矢印は文中で言及した紫色の塊状コブハマサンゴ（撮影地は石垣島白保、長谷川撮影）

サンゴの多くはこのような鮮やかな色を示すわけではない。白化など顕著な変化が起きなければ周辺に繁茂する褐藻類や死後時間が経過し褐藻類が付着した造礁サンゴ等とは、色が類似するため低空から撮影した画像でもほとんど見分けが付かない。

地球観測衛星の運用が始まった1970年代以降、地表を構成する物質の分光特性を明らかにする目的で多くの測定が試みられた。サンゴ礁においても衛星リモートセンシングの初期の時代から多様な解析が試みられてきた (Green et al. 2000, Goodman et al. 2013)。近年は狭い波長で細かく、多数の波長域で連続的に測定するハイパースペクトラルセンサーによる研究が多数試みられている (Botha (2013) や Leiper et al. (2014) ほか多数の事例がある)。図3は、このうち Leiper et al. (2014) が示したもので、サンゴ礁底を構成する物質は、およそ750nmより長い波長い波長域で反射率の開きが大きくなることが読み取れる (図3)。

この現象がどのサンゴ礁でも普遍的に観測されるとすれば、この波長領域を撮影できるカメラ（センサー）をUAVに搭載することで生サンゴの分布をその他の構成物と分離できる可能性が高いことになる。そこで筆者らは、2021年に植物活性度などを測定する目的で開発されたマルチカメラ搭載のUAVを使用して、サンゴ礁浅海域の撮影を試行した。マルチカメラには、RGB（単バンドのRedとGreenとBlue）のほかにNIR（近赤外）とRed Edge（レッドエッジ）領域を捉える6つのセンサーが搭載されている。先述した750nmより長い波長域は、マルチカメラではRed Edge（レッドエッジ）とNIR（近赤外）センサーが撮像する (図3)。

一般にNIRやRed Edge領域の波長では、水による吸収の影響が大きいと考えられているため水域でこの波長帯を使った試みはほとんどないと思われる。図4は、筆者らが2021年に沖縄島北部のサンゴ礁浅海域で実施した空撮で得られた画像である。これらの画像を比較す

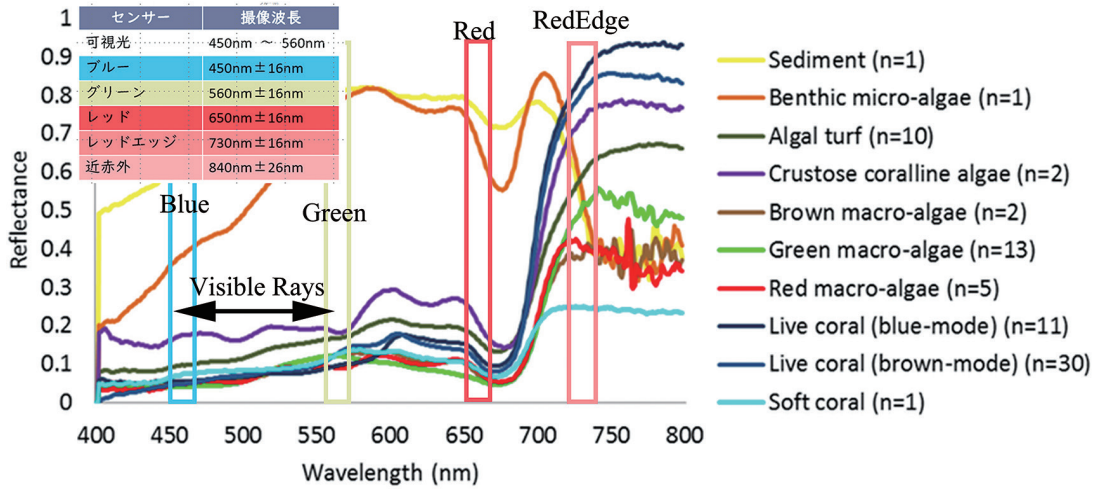


図3 サンゴ礁浅海域を構成する被覆物の分光反射特性とマルチカメラの観測波長帯
Leiper et al. (2014) に筆者加筆

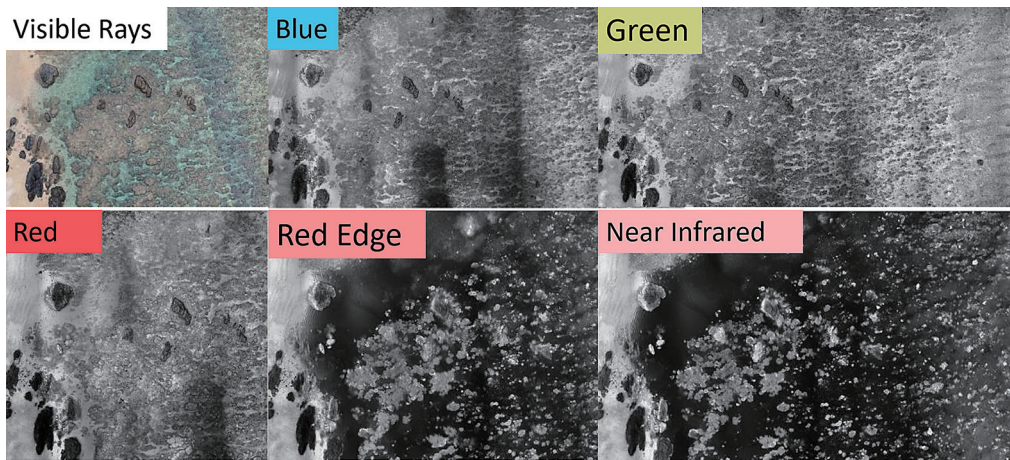


図4 マルチカメラの各波長帯で撮影した画像の比較
2021年沖縄本島北東部国頭村で撮影(図5, 6と同一範囲。スケールは図5を参照)

ると、可視光の領域 (Red, Green, Blue) とそれ以外の Red Edge と NIR 領域では画像の見え方が大きく異なることがわかる。

この図を判読し、さらに現地でスノーケリングで実施したグランドトゥルース結果と比較すると、Red Edge 画像と NIR 画像で白く視認できる部分は生きた造礁サンゴが観察された部分

に一致することが判った。この画像を撮像した時刻は、たまたま干潮時であったため、本来であれば水の影響を受ける近赤外画像においても生サンゴを捉えることができたと思われる。水深が大きくなれば、近赤外領域の情報は水に吸収されるためこれほど明瞭に識別できないと推測される。

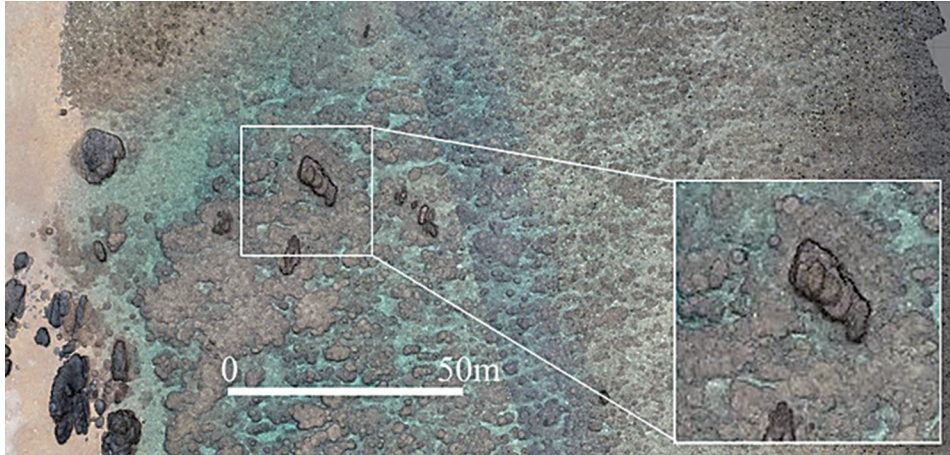


図5 サンゴ礁浅海域を可視域（RGBカラー合成）で接合したオルソ画像

沖縄島北東部のサンゴ礁池で高度120mから撮影したもの。生・死サンゴの判読はできない、2021年沖縄本島北東部国頭村で撮影

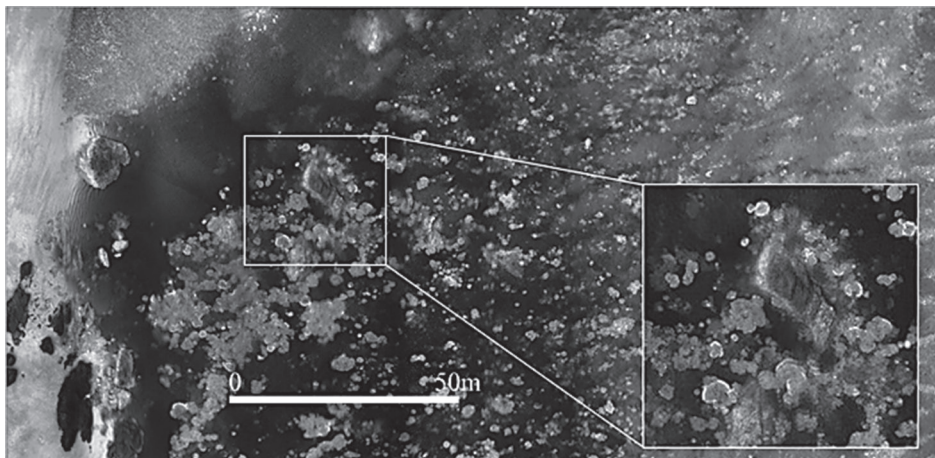


図6 サンゴ礁浅海域を撮影したRed Edge波長帯の画像を接合したオルソ画像（図5と同一範囲）

図5と同時に撮影した画像Red Edge波長帯の画像を強調処理したもの。グランドトゥルースで生サンゴであると確認した群体や側面が生サンゴで被われているマイクロアトールの縁辺部分が白く輝いて見える、2021年沖縄本島北東部国頭村で撮影

Ⅲ. 結果

図4で示した結果を踏まえて、UAVで撮影した画像を接合しより広範囲にわたる生・死サンゴの分布を捉えることを試みた。図5は、図4の範囲とその周辺の浅海域を可視域（RGBカラー合成）で接合したオルソ画像である。白枠の範囲は部分的に拡大した部分であることを示している。いっぽう、図6は同じ範囲のRed

Edge画像である。可視域の画像（図5）では生・死サンゴの判別はできないが、Red EdgeやNIR画像ではこの判別が可能になることがわかる。

これらの画像は、RTKを使用してUAVを飛行させているため、位置の誤差精度は最大で数センチ未満と推定される。また、図5では生・死サンゴの判別はできないが、図6では白色に輝く特徴的な部分が存在することがわかる。こ

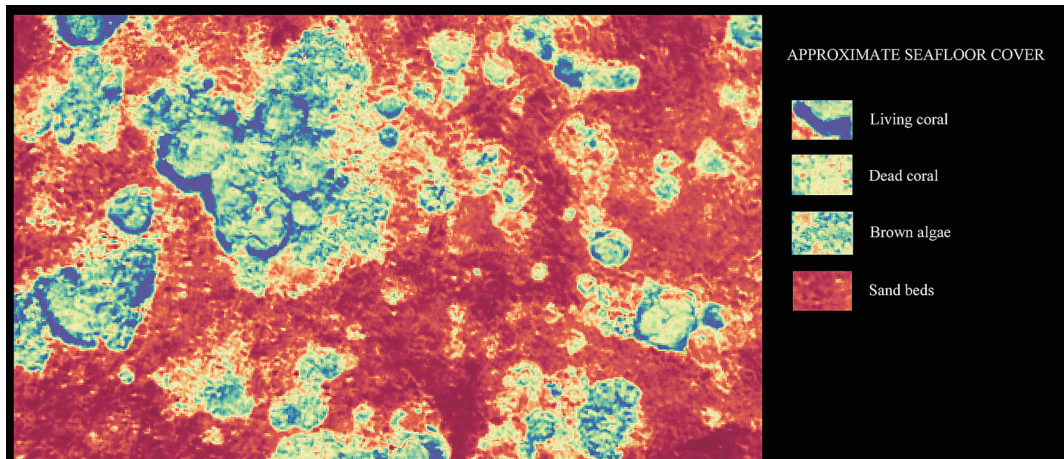


図7 Normalized Difference Live Coral Indexを色化したもの

シュードカラー画像で表示した。青色系で見える部分が生サンゴあるいはクロロフィルの反応が大きい部分にあたる。2022年沖縄本島北東部国頭村で撮影した画像を元に作成

の部分は生きたコブハマサンゴのマイクロアトールや塊状ハマサンゴ、外側礁原の卓上ミドリイシ類に相当する。撮影と相前後して、GPSローガーを携帯して海中調査を実施し、生サンゴの分布を群体単位で確認した。海中での観察と空撮画像を照合した結果、Red Edge画像で捉えた白色に輝く部分（円弧、円状のパターン）が生サンゴであることを確認した。Red Edge領域の画像では、浅海底の底質も明確に区分でき、多チャンネルUAV画像の高い潜在力を確認することができた。

次に示す式は、Green領域（ $560 \pm 16\text{nm}$ ）とRed Edge領域（ $730 \pm 16\text{nm}$ ）のDN値（デジタルナンバー）を使って正規化したスペクトルインデクスである。この指標は非常に簡易な計算で算出できるので撮影後すぐに確認できる。

Normalized Difference Live Coral Index
(生サンゴ指標)

$$\text{NDLCI} = \frac{(\text{Re} + \text{G}) - (\text{Re} - \text{G})}{(\text{Re} + \text{G}) + (\text{Re} - \text{G})}$$

Re: Red Edge ($730 \pm 16\text{nm}$),

G; Green領域 ($560 \pm 16\text{nm}$)

図7は、試みにNDLCI (Normalized Difference Live Coral Index 仮称) を求めて画像化したものである。生サンゴと共生する褐虫藻のクロロフィルを反映したと思われる円弧状のパターンが抽出されたが、海草・海藻類も同様に強調される結果となった。試行段階で、Red Edge及び近赤外領域で生サンゴの検出が可能になったことから、本研究の成果をもとに新たに生サンゴ指数を提案できる可能性があることが判った。ただ、海草・海藻類と生サンゴの区別が明確にできない場合、この指数は意味がなくRed Edge画像を単独で使用した方が良いという結論になる可能性もある。

IV. 問題点及び今後の展望

本研究では、UAV画像を使い簡便な方法で生きたサンゴの分布を可視化する方法を開発することを目指している。通常の色画像では判別できない生きたサンゴの被度を、750nm前後の波長帯の画像を使って周囲の底質から区分する手法を開発し、「生サンゴ指標」に相当する指数（指標）を見いだすことも目的の一つに挙

げ試行している。

試行段階であるため、様々な条件下で飛行したデータを取得できていないが、現在までに判明している問題点とその対応策、今後の展望などをあげると次のようになる。

晴天時の飛行・撮影では、太陽光が対象物に到達する際の天頂角によって、反射率が変わる。そのため撮影時刻に応じて、取得したデータのDN値は大きく変動するので正午前後は避けた方がよい。いっぽう、太陽光が直達しない曇天時は太陽からの散乱光がターゲットに届いている状態なので晴天時にくらべ太陽の天頂角の影響は小さくなる (Hama et al. 2021)。したがって撮影は曇天時に実施することが望ましい。また、干潮時を選んで撮影することで、海水の透過度や水深の影響を軽減でき、面倒なパラメータの設定をしなくて済むことが予想される。

今回本稿で示した方法は、メリットとして

- ・ UAV撮影は事前手配の必要がなく、経費がかからない。ただし、マルチカメラを搭載したUAVは必須である。また、これらのデータを解析するアプリケーションの購入経費も必要である。
 - ・ 飛行計画の立案は、UAVのメーカーあるいはサードパーティが提供するソフトウェアを使用するので比較的容易にできる。
 - ・ 低空を飛ぶUAVは雲で視界が遮られることなく短い隙間時間で飛行させることができる。
 - ・ 曇天下で撮影すれば日照は均一で、理想的なデータ収集が可能である。
 - ・ 生サンゴ被度の変化に敏感な波長領域が判り、それが水深や水質の変化にはほとんど影響を受けなければ解析が簡単である。
- いっぽうデメリットとしては、
- ・ 晴天時には時間によって日照条件が大きく変化してしまう。
 - ・ 航空機やリモートセンシング衛星のデータに

比べ取得範囲が限定される。

- ・ 民生用のマルチカメラ搭載UAVを使用するため取得できる波長帯が限定される。
- という点があげられる。

本稿は試行中の研究の途中経過を短報として報告したものである。サンゴ礁海域で様々な条件下で撮影を試みているが、天候や海象の関係で撮影機会は多くない。これまでの限られた条件下で得られた結果として、曇天の干潮時に撮影するなど、条件を限定すれば比較的簡単な手法で生サンゴの被覆マップを作成可能であり、サンゴの反射特性を捉え、簡易的な計算式で生サンゴの分布を示せる可能性が高いことが推測された。今後は、さまざまな条件下での撮影実績を重ねることでこれらを実証してゆきたいと考えている。

本研究は、文部科学省科学研究費補助金「多チャンネルUAV画像による生サンゴの抽出と底質区分に関する実証的研究」代表長谷川均と「沿岸浅海域の地理学研究：浅海底地形学の構築および海底景観の可視化と啓発」代表菅浩伸の研究資金を使用して実施した。UAVの撮影と現地調査にあたり国士館大学学生（当時）、泉隆盛氏、榎本寛太氏に協力をいただいた。厚く感謝申し上げます。

文 献

- 長谷川均, 渡部靖之, 吉田貴樹 (2012) UAVを使ったサンゴ礁地域の高解像度空中写真の撮影と活用, 日本サンゴ礁学会第15回大会講演要旨集, 130.
- 長谷川均 (2014) UAV (自律型飛行体) を使った高解像度空中写真の撮影と活用 サンゴ礁浅海域での事例. 国士館大学地理学報告, 22, 13-21.
- 長谷川均, 鈴木倫太郎, 鈴木智子 (2016) UAVによる高解像度画像で捉えた石垣島のサンゴ白化現象, 日本サンゴ礁学会第19回大会講演要旨集, 74.
- Botha E. L., Brando, V. E. Anstee, J. M., Dekker, A. G. and Sagar S. (2013) Increased spectral resolution enhances coral detection under varying water conditions. *Remote Sensing of Environment*, 131, 247-

261.

- Goodman, J. A., Pukis, S. J., Phinn, S. R. eds. (2013) *Coral Reef Remote Sensing: A Guide for Mapping, Monitoring and Management*, 436p. Springer.
- Green, E. P., Mumby, P. J., Edwards, A. J. and Clark, C. D. (2000) *Remote Sensing Handbook for Tropical Coastal Management*. UNESCO, 316p.
- Hama, A., Tanaka, K., Chen, B. and Kondoh, A. (2021) Examination of appropriate observation time and

correction of vegetation index for drone-based crop monitoring. *Journal of Agricultural Meteorology*, 2, 77, 200-209.

- Leiper, I. A., Phinn, S. R., Roelfsema, C. M., Joyce, K. E. and Dekker, A. G. (2014) Mapping Coral Reef Benthos, Substrates, and Bathymetry, Using Compact Airborne Spectrographic Imager (CASI) Data. *Remote Sens*, 2014, 6, 6423-6445.

千葉市稲毛区におけるコインパーキングの立地と料金設定

長谷川 文哉

本学地理・環境専攻 2022年3月卒業

キーワード：コインパーキング, 料金設定, 立地環境, クラスタ分析, 千葉市稲毛区

I. はじめに

1. 本研究の目的

近年「若者の車離れ」が指摘されているが、日本における自動車保有台数は増加傾向にある。それに伴って、駐車場需要も高まることから、無人の時間貸し駐車場、いわゆる「コインパーキング」の数も増加傾向にある。

しかしそのような中、地理学においてはコインパーキング(時間貸し駐車場)についてのみを取り上げた研究はほとんどみられない。地理学では、あくまで「駐車場」という土地利用の一環として取り上げられることがほとんどである。

酒井(1987)は山形市の中心市街地を事例として、駐車場が都市構造・機能にいかに対応し配置されているかを検討し、都市構造・機能に応じて「収容台数」、「経営形態」、「駐車構造」が変化していることを明らかにした。また酒井(1991)は山梨県甲府市の中心市街地を事例として、駐車場は都市構造・機能に対応し、「経営形態」と「駐車構造」によって分布が異なることや、駐車場数と駐車場総面積の変動は地域の土地利用の変動と強い関係があることを明らかにしている。加えて、駐車場の形成過程からも考察を行い、業務施設は駐車場に転用されやすく、商業施設は転用されにくいこと、駐車場空間の拡大は既存の施設の移転をもたらす、業種によって移転場所や距離が異なること、駐車場からの転用は市街地の中心部よりも中心部に隣接した地域でみられることを明らかにした。

山田(1992)はJR総武線の本八幡、西船橋、船橋、津田沼、千葉の5駅を事例とし、駅周辺

の駐車場の立地状況から、駅前商業地区が発達する駅の周辺では月極駐車場と時間貸し駐車場が混在し、商業機能が集積するに伴い、時間貸し駐車場の比率が高まることを明らかにした。また、駅前商業地区の発達が遅れている駅の周辺ではパーク&ライドの性格を持った月極駐車場が集中して立地することを明らかにした。

一方、コインパーキング(時間貸し駐車場)に関する研究は、建築学の分野において若干みられる。例えば、小地沢ほか(2007)は仙台市を事例とし、時間貸し駐車場は第二種住居地域や近隣商業地域、商業地域のうち指定容積率が大きく地価が高い場所には立地しづらく、それは投機的なマンション開発が行われ、早くから土地利用の更新が行われたためであること、住宅や自動車関連産業施設、月極や専用駐車場の時間貸し駐車場化がみられることを明らかにした。

このように、地理学の分野においてのコインパーキング(時間貸し駐車場)に関する研究がみられないこと、その一方で、従前の研究が行われた当時と比較してコインパーキングが多くなっており、従前の研究とは異なる傾向がみられるのではないかという考えから、西本(2014)では、千葉県市川市・浦安市を事例として、コインパーキングの立地と利用について検討した。その結果、前面道路の幅員数が多くなるほど規模が大きくなることを明らかにした。また路線価が高い場所では立地しにくく、他の収益性の高い土地利用になりやすい一方で、極端に路線価が低い場所も利便性が悪いため立地が少ないこと、比較的短時間の利用が多い集客施

設周辺に多く立地していること、などを明らかにした。

上記の通り、コインパーキング（時間貸し駐車場）および駐車場に関する研究は、立地傾向や分布などを主に取り上げたものが多い。しかし、コインパーキングの料金設定に関する研究についてはみられない。また、従前の研究が行われてから時間が経っており、当時とは異なる立地傾向がみられると考えられる。

そこで本研究では、コインパーキングの特徴と立地傾向を明らかにするとともに、コインパーキングの料金設定と立地環境の関係について明らかにする。

調査対象地域は、交通の利便性が高く、多くの人々が生活を送っており、自動車による移動が活発に行われるため、その分コインパーキングも多く立地していると考えられること、また住宅街が広範囲にみられ、中心市街地と住宅街の周辺環境による特徴や立地、料金設定の差異が比較しやすいと考えたことから、千葉市稲毛区を選定した。

2. コインパーキング業界の概要

「駐車場」といっても、その分類は非常に多く、加えて定義が重複する場合もあるため、その分類は複雑である。その中で本研究の対象であるコインパーキングは、「一般公共の用に供する」、「時間貸」、「主として無人」といった特徴から、「附置義務駐車場の時間貸」、「届出駐車場」、「その他の路外駐車場の時間貸」に分類される（日本パーキングビジネス協会 2019）。

またコインパーキングの中でも、それが届出駐車場の対象となるか否かという区分があり、それがコインパーキングの実態把握を困難なものとしてしている。路外駐車場（コインパーキングを含む）を設置または変更する際は、駐車場法第十二条に基づき、都道府県や市へ届出を行わなければならない。ただし、届出が必要となる路外駐車場の条件は、「都市計画区域内（千

葉市の場合は市内全域）に設置され自動車駐車のに供する部分（駐車マス）の面積が、500m²以上で（車路、管理施設等を除く）不特定多数の利用者から駐車料金を徴収する駐車場」である（千葉市公式サイトより）。「1台あたりの駐車スペースとして必要なのは、幅2.5m×長さ5mくらい」（上原 2014）であるから、1台あたりの駐車スペースは12.5m²となる。これらを踏まえて計算すると、40台以上の路外駐車場を設置する場合に初めて届出が必要で、40台未満（500m²未満）であれば届出が不要となる。このことから、コインパーキングのほとんどは届出が不要となる40台未満（500m²未満）であり、かつ数の増減が激しいため、その実態把握は困難なものとなっている。

そこで、日本パーキングビジネス協会では実態把握のため調査を行っている。2018年時点でコインパーキング数は全国で85,200、コインパーキングの車室数は1,448,000となっており、調査開始年である2007年に比べ、両者とも年々増加している（図1）。

このようにコインパーキングは、駐車スペースの面積が500m²未満であれば都道府県への届出が不要となるため、参入障壁が低く、手軽に始められる土地活用手段となっており、それが増加傾向の背景にある。また、その経営はアパート・マンション経営などと比較して初期費用やメンテナンス費用が安く済むこと、空室や事故が少ないこと、クレームが少ないこと、出口戦略が立てやすいことなどのメリットがあり、個人でも運営できる土地活用手段であること（上原 2014）も、増加の要因であるといえる。

II. 立地の分析に関する方法と定義

1. 千葉市稲毛区におけるコインパーキングの所在地等の取得方法

千葉市稲毛区に立地している各コインパーキングの所在地等のデータは、「NAVITIME」、

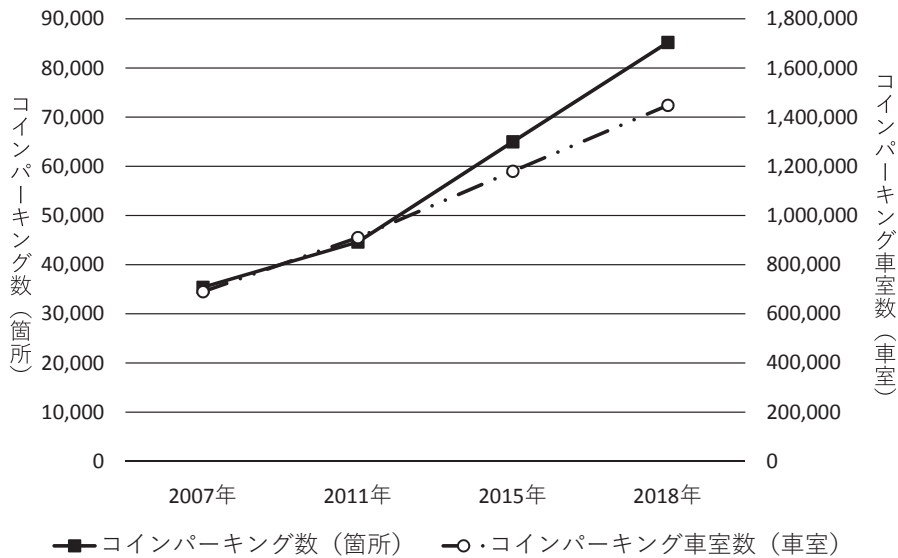


図1 日本におけるコインパーキング数・車室数の推移

資料：一般社団法人日本パーキングビジネス協会 (2019) より作成

「Mapion」、「MapFan」、「いつもNAVI」、「goo地図」、「au地図」より取得し、データのリスト化を行った。リストには各コインパーキングの「名前」、「住所」、「駐車可能台数（記載されている場合に限る）」のデータを記載した。なお、データは2021年2月11日に取得し、その時点でコインパーキング数は128カ所であった。

2. 現地調査

各コインパーキングの特徴を把握するため、作成したリストをもとに、2021年2月23日（火）～2021年2月25日（木）に現地調査を行った。調査事項は、①立地の有無、②コインパーキングの名前、③料金設定、④駐車可能台数、⑤施設構造、⑥管理方法の6つである。

事前に作成したリストに記載されているコインパーキングが消滅、および立地が確認できなかった場合は、調査対象から外した。また、現地調査時にリストに記載のない、新たなコインパーキングを発見した場合は立地場所を記録し、調査対象に加えた。現地調査の結果、前者

が6、後者が13あり、合計で135カ所となった。

3. 本研究におけるコインパーキングの定義および分析対象

本研究では利用者に対して有人による料金徴収・駐車場所の指示等を行っていない自走式のコインパーキングを対象とした。したがって、タワー式コインパーキングはまず対象外とした。また自走式コインパーキングであっても、前払い式コインパーキングと施設併設型コインパーキングは料金体系が特殊であり、料金設定の分析を行う際に他のコインパーキングと同一のものとして扱うのが困難であると判断し、これらも対象外とした。以上の定義にしたがった結果、本研究で分析対象となるコインパーキング数は106となった。

なお、現地調査時点で調査範囲内に10以上存在していたコインパーキング事業者は事業者毎にその数をカウントし、10未満のコインパーキング事業者は「その他」としてまとめた。また分析対象におけるコインパーキングを駐車可

能台数によって3つに分け、1~10台までのコインパーキングを小規模、11~20台までを中規模、21台以上を大規模とした。

4. 使用するデータ

本研究ではGISのオープンソース・フリーソフトウェア「QGIS」を使用し、調査結果の地図化や各コインパーキングへのデータ付与、各種分析を行った。

各コインパーキングのポイントデータについては、既述した通り複数の地図・ナビサイトから取得した住所や現地調査をもとに、Googleマップの航空写真にて各コインパーキングの住所や名前を検索し、各コインパーキングの入口付近に設置されている精算機もしくは駐車券発行機の緯度経度を取得した。精算機等の位置を確認ができなかった場合は、各コインパーキングの入口の緯度経度とした。その緯度経度を、国土地理院の「平面直角座標への換算」を利用し、緯度経度から世界測地系平面直角座標系9系への座標データの変換を行った。したがって、QGISの座標参照系(CRS)では、EPSG:6677-JGD2011/Japan Plane Rectangular CS IXを選択した。

分析の際に用いた行政区域、鉄道、駅、駅別乗降客数、河川、道路(バスルート及び緊急輸送道路)、用途地域のデータは国土数値情報ダウンロードサービスより取得した。また、人口総数、世帯総数、事業所数のデータは、e-Statより取得し、人口総数および世帯総数は2015年国勢調査の250mメッシュデータを、事業所数は2014年経済センサス基礎調査による全産業事業所数の500mメッシュデータを使用した。

各コインパーキングの立地する場所の人口総数、世帯総数、事業所数、用途地域の抽出には、QGISの拡張機能であるPoint sampling toolを使用し、各コインパーキングのデータに人口総数、世帯総数、事業所数、用途地域のデータを

付与した。

5. 路線価

各コインパーキングの立地する土地の価格(地価)も調べた。地価のうち、本研究では2021(令和3)年分の「財産評価基準書 路線価図・評価倍率表」を使用した。なお評価額は2021年1月1日時点のものである。

各コインパーキングの路線価の判断基準は、各コインパーキングの入口前面道路の価格とした。また、入口が複数存在し路線価が異なる場合は、価格の高い方をそのコインパーキングの立地する場所の地価とした。

6. 用途地域

各コインパーキングの立地する場所の特徴を示すために、各コインパーキングの立地する場所の用途地域についても調査した。用途地域を住居系・商業系・工業系の3分類に分けてコインパーキングの立地する場所の特徴を把握した。その分類は表1の通りである。なお、用途地域は2019年時点の用途地域指定に従った。

表1 本研究における用途地域分類

分類	用途地域
住居系	第一種低層住居専用地域
	第二種低層住居専用地域
	第一種中高層住居専用地域
	第二種中高層住居専用地域
	第一種住居地域
	第二種住居地域
	準住居地域
商業系	近隣商業地域
	商業地域
工業系	準工業地域
	工業地域
	工場専用地域

Ⅲ. 料金設定と立地環境の分析に関する 方法と定義

V章ではコインパーキングの料金設定と立地環境の関係をみる。本章では、その際に用いるデータの定義、分析結果を示す上での定義について説明する。

1. コインパーキングの料金設定における2種類 の料金体系

コインパーキングの料金設定には「基本料金(通常料金)」と「最大料金」の2種類の料金体系がある。これらの料金体系についてまず説明する。

1) コインパーキングの基本料金

コインパーキングの基本料金は、「8:00~22:00/30分100円、22:00~8:00/120分100円」などと看板に記載されているもので、設定された時間帯で時間単位ごとに料金が課金されていく。例えば、料金設定が「60分200円」のコインパーキングで15分利用した場合も、料金は200円になる。そのため特定の利用時間を設定し、料金の分析を行ってしまうと、各コインパーキングの基本料金の特徴とは異なる結果が出る恐れがある。

調査対象中、基本料金の時間単位が最も短いものが「15分」であったことから、本研究では各コインパーキングの15分毎の料金を計算し、それを480分(8時間)利用した場合までの料金計算を行った。この基本料金は昼間と夜間で分かれていることが多く、昼間・夜間それぞれ料金の480分までの15分毎料金を計算した。料金設定に時間帯による差がない場合は、両者に同じ設定を適用した。また、基本料金は平日と休日で違う場合もあるため、昼間・夜間料金を平日と休日で分け、各コインパーキングの480分までの15分毎の料金を計算した。

まとめると、本研究で用いるコインパーキン

グの基本料金のデータは「平日昼間の480分までの15分毎の料金」(32項目)、「平日夜間の480分までの15分毎の料金」(同)、「休日昼間の480分までの15分毎の料金」(同)、「休日夜間の480分までの15分毎の料金」(同)となる。

2) コインパーキングの最大料金

最大料金は「入庫後24時間最大800円」などと看板に記載されているもので、記載された時間で課金が打ち切られる上限である。最大料金には、記載された時間内で基本料金の課金が打ち切られる場合と、日付が変わると同時に料金の加算が始まる場合、「24:00~8:00最大〇〇円」のように時間帯で最大料金が決められている「時間帯最大」の3種類がある。しかも、これらが繰り返し適用される場合と一回限りの適用となる場合や、平日と休日で料金設定が異なる場合、特定車室で通常の最大料金と異なる料金設定をする場合がある、など複雑である。

これらを踏まえて、本研究での最大料金は次のように定義した。まず特定車室の最大料金は考慮しない。また平・休日別の昼間・夜間料金が設定されている最大料金に達した場合はそれ以上、料金の課金は行われないものとした。そのため、各コインパーキングの「480分までの15分毎の料金」のデータは、各コインパーキングの最大料金を内包したものとなるため、分析の際、最大料金を変数の一つとはしなかった。

2. 分析に用いるデータ

前節の料金設定の定義により、各コインパーキングの料金を示すデータの変数は128(32×4項目)となる。これに各コインパーキングの駐車可能台数、路線価、人口総数、総世帯数、事業所数の5つを加え、変数の合計は133とした。

分析対象となるコインパーキングが106であるから、データ数は14,098となる。これらのデータで、料金設定と立地環境との関係を分析した。

表2 全体の平均値と各クラスターの平均値を比較する上での階級区分

階級区分	区分範囲
非常に高い（非常に多い）	全体平均値×1.34以上
高い（多い）	全体平均値×1.17以上～全体平均値×1.34未満
やや高い（やや多い）	全体平均値～全体平均値×1.17未満
やや安い（やや低い）	全体平均値～全体平均値×0.83超
安い（低い）	全体平均値×0.83～全体平均値×0.66超
非常に安い（非常に低い）	全体平均値×0.66以下

3. クラスター分析結果

1) 各クラスターの特徴を示す際の階級区分
 コインパーキングの料金設定と立地環境との関係を明らかにするためクラスター分析を行った。変数には標準化を行った。各変数の値が全体の平均値と比較して、どの程度離れているかで階級区分した。階級区分は「統計学的な分類方法として、平均から標準偏差やその倍数で区分し、平均からどれほど離れたグループかで分類する方法がある」（野間ほか 2014）ことから、各変数の平均値に倍数を掛けた区分で表す。倍数と階級区分は表2の通りである。

2) 各クラスターの特徴を示す際の定義

全体および各クラスターの各変数の平均値を比較し、階級区分で各クラスターの特徴を示す際、料金に関する変数は128と非常に多いため、それを一つ一つ分析すると膨大な数となる。そこで料金設定を示す変数を「短時間利用」と「長時間利用」の2種類に分け、それらの平均値を比較して、階級区分することとした。

変数を「短時間利用」と「長時間利用」で分ける際、15～120分までを「短時間利用」、135～480分までを「長時間利用」とした。ここでは、施設併設型コインパーキングで受けられる駐車無料サービスの適用時間を参考にした。調査対象地域内における駐車無料サービスの適用時間としては「120分無料」が最も多かった。そこで120分を区切りとした。

ところで、当初は平日と休日との違いによる料金設定の違いに注意を払っていたが「短時間

利用」と「長時間利用」に区分すると、両者の平均値に大きな差はなかった。そのため階級区分で各クラスターの料金設定の特徴を示す際、平日と休日の区分はせず、「昼間短時間利用」、「昼間長時間利用」、「夜間短時間利用」、「夜間長時間利用」の4つで各クラスターの料金設定の特徴を表すこととした。

その結果、クラスターを分ける際の指標は「昼間短時間利用」、「昼間長時間利用」、「夜間短時間利用」、「夜間長時間利用」、「路線価」、「人口総数」、「世帯総数」、「事業所数」の8項目となった。

3) クラスター分析

クラスター分析には、統計解析のオープンソース・フリーソフトウェア「R」のパッケージである「Rコマンダー」を使用し、8項目のデータを標準化してからクラスター分析にかけた。クラスター分析の種類は階層クラスター分析で行い、クラスタリングの計算手法はウォード法、距離の測度は平方ユークリッド距離を選択し、分析を行った¹⁾。

IV. 千葉県稲毛区におけるコインパーキングの特徴と立地傾向

1. 千葉県稲毛区におけるコインパーキングの特徴

1) コインパーキングの駐車可能台数

本研究で分析対象となるコインパーキングを駐車可能台数別に箇所数を集計した結果、1～

10台までの小規模のコインパーキングが全106中71カ所(67%)であり最多だった。また11～20台までの中規模が23(22%)、21台以上の大規模が12(11%)となり、中規模以下すなわち20台以下のコインパーキングが全体の約90%を占める。駐車可能台数は最大で134台、最小は2台であった。また最頻値は5台で17カ所であった。

中規模以下のコインパーキングが多いのは、やはり設置時に市への届出が不要であるためだと考えられる。実際、大規模であっても8カ所(67%)が40台未満で、全体でみると106中102カ所(96%)が40台未満であった。

2) コインパーキングの運営事業者

本研究で分析対象となるコインパーキングを事業者別に箇所数を集計した。「その他」の事業者を除くと、ナビパークが最も多く34(32%)あった。また、タイムズパーキング(以下、タイムズとする)と三井のリパーク(以下、リパークとする)は同数で、それぞれ16(15%)あった。

千葉市稲毛区内の箇所数では、全国売上高が9位のナビパークが、1位のタイムズと2位のリパークを上回る²⁾。千葉市稲毛区でナビパークが多く立地している理由として、地域を絞った展開を行っていることが挙げられる。

各事業者のホームページを確認すると、業界1位のタイムズと2位のリパークは全国47都道府県で展開しているのに対して、ナビパークは15都道府県のみで展開する(図2)。ナビパークがドミナント戦略を採ってコインパーキングを展開させており、千葉県もその地域に含まれることから、ナビパークが多いと考えられる。ナビパークを運営しているスターツアメニティー株式会社の本社は、千葉県千葉市に立地している。このことも、千葉市稲毛区においてナビパークが多いことの要因であろう。まさに、ドミナントの中心といってもいいのが千葉

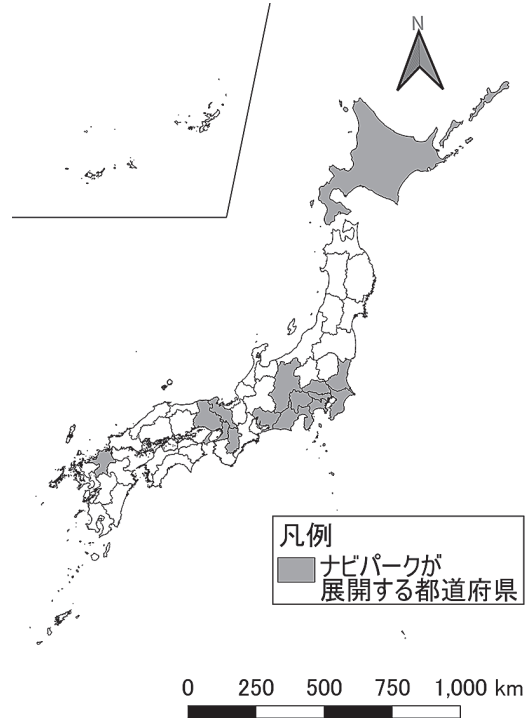


図2 ナビパークが展開する都道府県

資料：ナビパークホームページより作成

市だからである。

2. 千葉市稲毛区におけるコインパーキングの立地傾向

1) コインパーキングの立地する場所の人口総数および世帯総数

本項ではコインパーキングの立地する場所の特徴を、立地する場所の250mメッシュ人口総数および世帯総数からみていく。

千葉市稲毛区のコインパーキングは、人口総数が1～2,000人未満の場所に幅広く立地している(図3・4)。その中でも、人口総数が比較的中規模な場所で多く立地しており、89カ所(84%)が250mメッシュ人口で400～1,000人未満の場所に立地している。一方で、人口総数の多い(2,000人以上)場所でのコインパーキングの立地はみられない。また、人口が0人の場所にも立地していない。

世帯総数についても同様である。千葉市稲毛

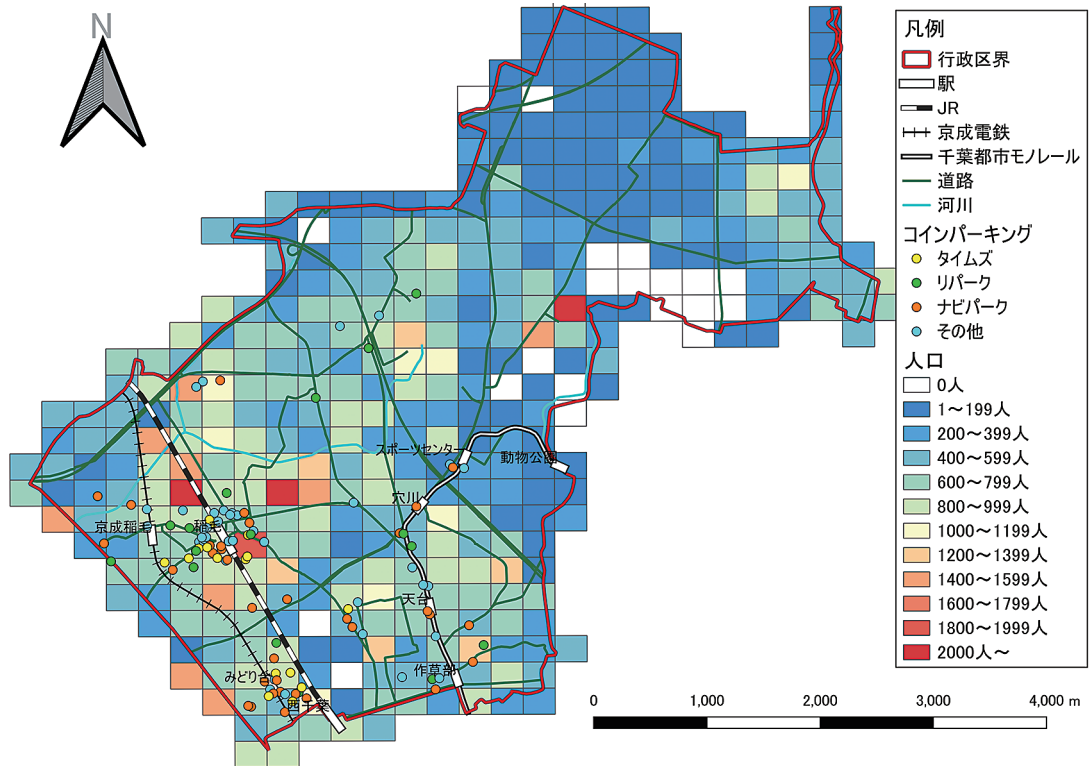


図3 千葉市稲毛区におけるメッシュ別人口とコインパーキングの立地

資料：2015年国勢調査、現地調査より作成

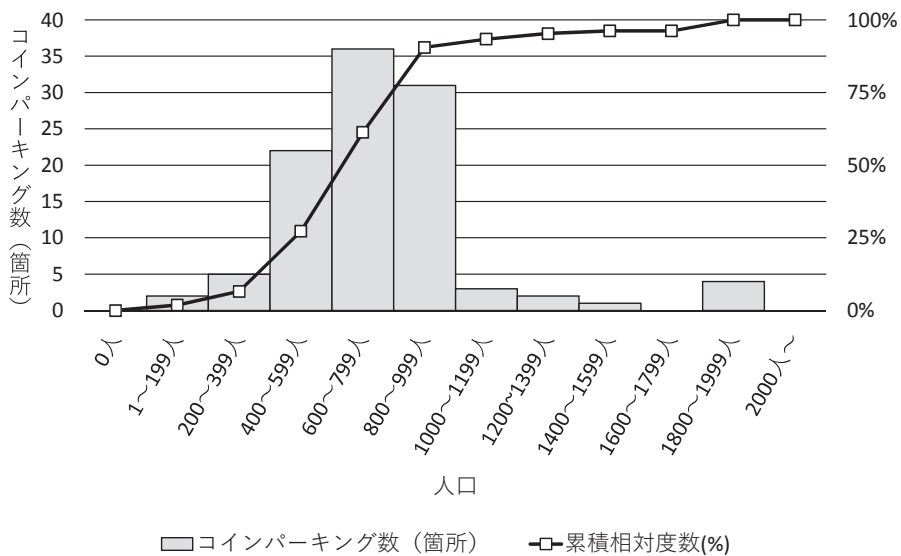


図4 千葉市稲毛区におけるメッシュ人口別のコインパーキング数

資料：2015年国勢調査、現地調査より作成

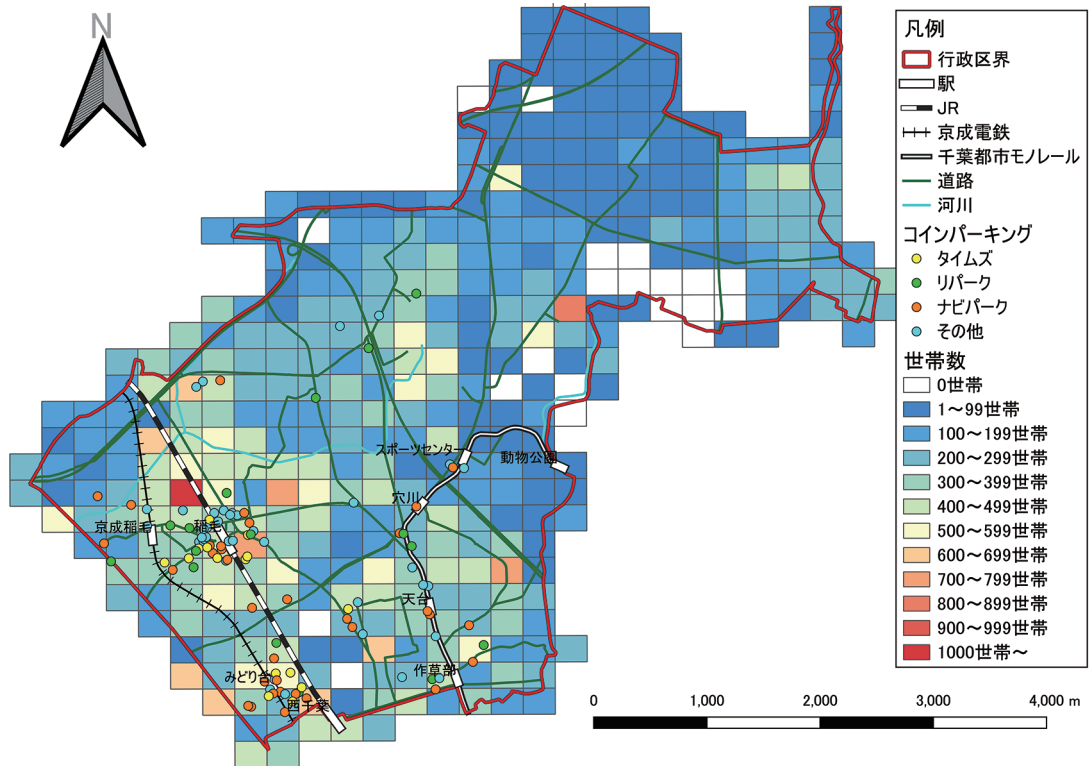


図5 千葉市稲毛区におけるメッシュ別世帯数とコインパーキングの立地

資料：2015年国勢調査、現地調査より作成

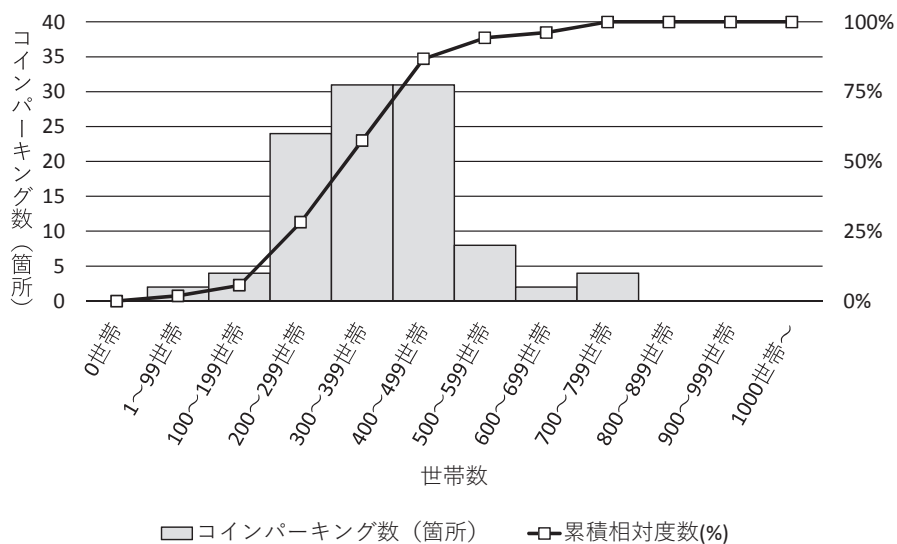


図6 千葉市稲毛区におけるメッシュ世帯数別のコインパーキング数

資料：2015年国勢調査、現地調査より作成

区のコインパーキングは、世帯総数が1～800世帯未満の場所に幅広く立地している(図5・6)。中でも、世帯総数が比較的中規模な場所で多く立地しており、86ヵ所(81%)が200～500世帯未満の場所に立地している。一方で、世帯総数が800世帯以上の場所でのコインパーキングの立地はみられない。また、世帯数0の場所にも立地していなかった。

人口総数および世帯総数の観点からみた結果、コインパーキングは人口や世帯数において極端に人口や世帯が多かったり・少なかったりするところにはなく、中間的な規模の場所に立地している。人口や世帯数が示す潜在的な需要の規模と人口や世帯数が集中することによって高騰する地価とのバランスの中で、人口・世帯数の多いところや地価の低いところに偏ることなく、その中間的な位置での立地を志向しているといえるであろう。

そこで次項でコインパーキングの立地する場所の地価を確認しておく。

2) コインパーキングの立地する場所の路線価
 コインパーキングの立地する場所の路線価は50～350千円未満であった(図7)。その中でも、路線価が200～250千円未満の場所で最も多く36ヵ所(34%)である。また路線価の最頻値である200～250千円未満を中心に、路線価が低い方(50～200千円未満)に立地が多い。一方で、路線価が50千円未満の場所や350千円以上の場所においては立地していない。

コインパーキングは、路線価が極端に低い場所や高い場所には立地しておらず、集客力と地代との間で折り合いをつけた結果、このような立地傾向になっているのだといえるだろう。

3) 駅前に多く立地するコインパーキング

本項ではコインパーキングの立地する場所の特徴を、立地する場所の500mメッシュ事業所数との関係からみていく(図8・9)。

千葉市稲毛区のコインパーキングは、500mメッシュ事業所数で250～300事業所未満の場所で最も多く、34(32%)がそこに立地する。

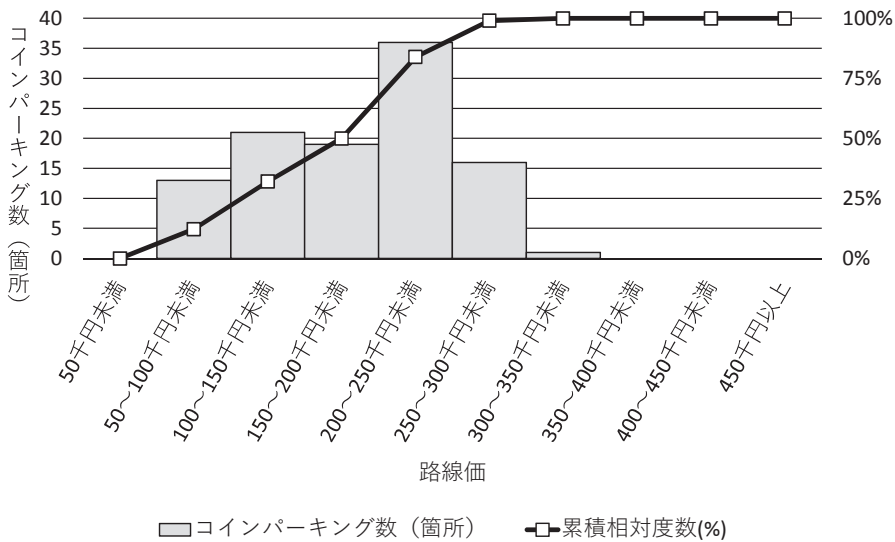


図7 千葉市稲毛区における路線価別コインパーキング数

備考：千葉市稲毛区内最高路線価460千円/m²

資料：令和3年(2021年)度分「財産評価基準書 路線価図・評価倍率表」、現地調査より作成

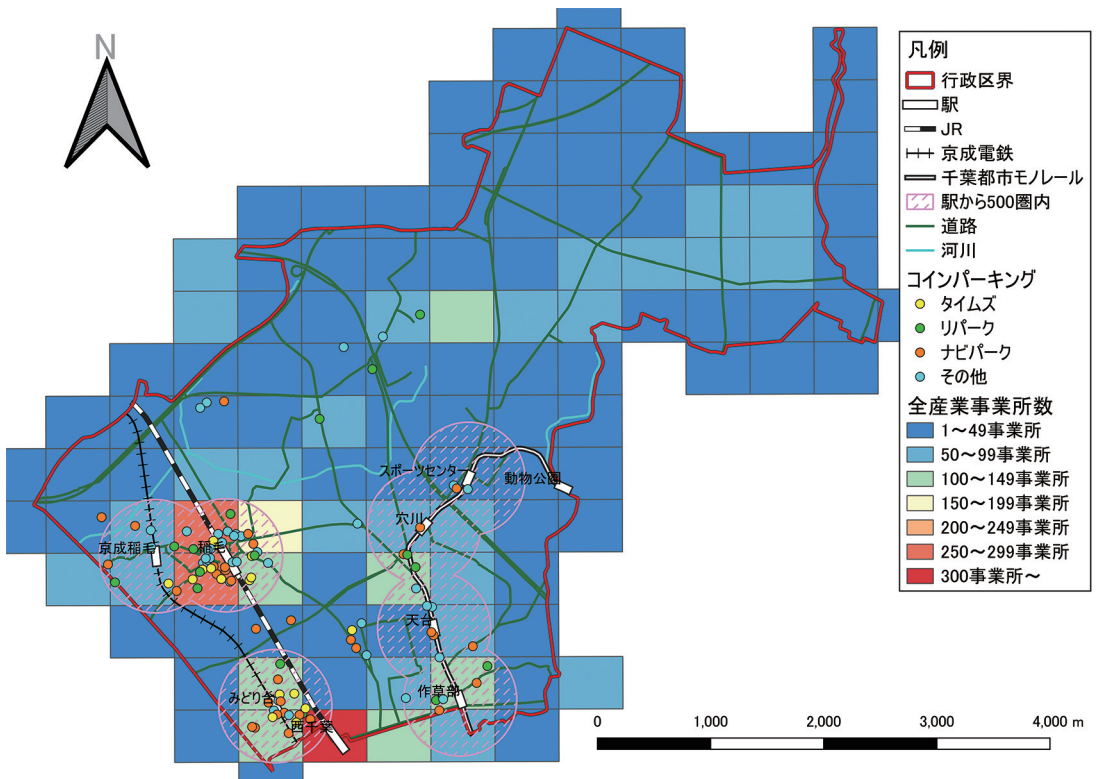


図8 千葉市稲毛区におけるメッシュ別事業所数とコインパーキングの立地

資料：2014年経済センサス基礎調査一、現地調査より作成

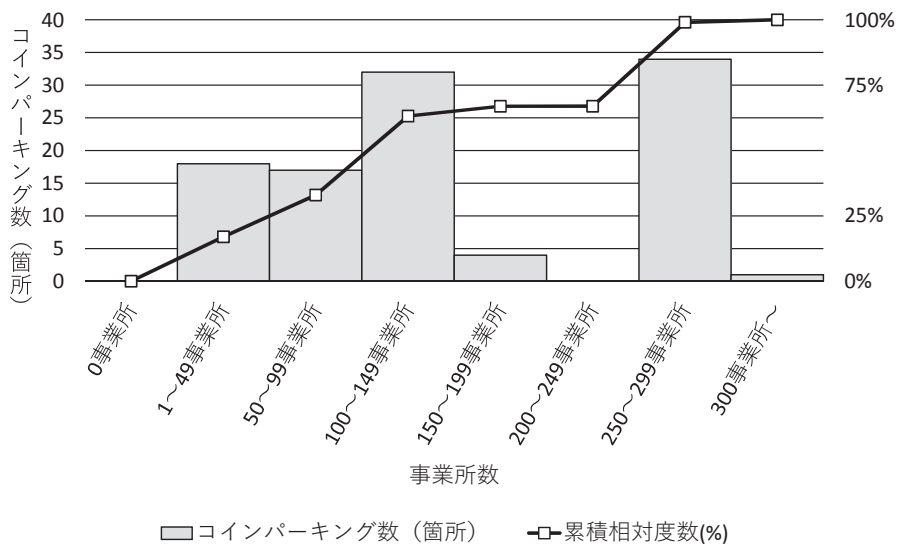


図9 千葉市稲毛区におけるメッシュ事業所数別コインパーキング数

資料：2014年経済センサス基礎調査一、現地調査より作成

表3 千葉市稲毛区における各駅から500m圏内に立地するコインパーキング数と各駅の乗降客数

鉄道名	駅名	駅から500m圏内に立地する コインパーキング数(箇所)	2019年乗降客数(人/日)
東日本旅客鉄道(JR)	稲毛	42	101,356
京成電鉄	京成稲毛	22	7,136
京成電鉄	みどり台	20	7,837
千葉都市モノレール	作草部	8	3,996
千葉都市モノレール	天台	7	4,379
千葉都市モノレール	穴川	6	3,718
千葉都市モノレール	スポーツセンター	3	4,736
		89*	133,158

注：各駅から500m圏内に立地するコインパーキングには重複するものが19ヵ所存在する。

資料：国土数値情報ダウンロードサービス「駅別乗降客数」、現地調査より作成

次いで100～150事業所未満のメッシュに32(30%)が立地する。また、1～50事業所未満の場所(18ヵ所)や50～100事業所未満の場所(17ヵ所)での立地も多くなっている。

ここから、コインパーキングは事業所数が多い場所や少ない場所に立地するというような傾向がみえる。ただ、地図を見る限りは相対的に事業所数が多い、駅前にコインパーキングが多く立地しているようにもみえる(図8)。

そこでQGISを用いて、千葉市稲毛区に立地している駅³⁾の500m圏内に立地しているコインパーキング数を集計した。その結果、89ヵ所(84%)が駅から500m圏内に立地していた(表3)。駅ごとの内訳をみるとJR稲毛駅が42と最も多く、次いで京成稲毛駅が22、みどり台駅が20となっている。一方、千葉都市モノレールの各駅では、全ての駅において10を下回っており、コインパーキング数は少ない。

駅によって500m圏内に立地しているコインパーキング数に差が出る理由としては、駅の乗降客数⁴⁾が考えられる。コインパーキングを含む駐車場は、移動手段から別の移動手段への乗り替えを行うための「結節点」の役割も果たしている。そのため駅の乗降客数が多ければ、その分、乗り替えの機会も多くなる。いわゆるパーク&ライドの機会も多くなることから、

駅周辺では集客も容易であろう。そのため、駅前にコインパーキングが多く立地すると考えられる。

そこで各駅から500m圏内に立地しているコインパーキング数と各駅の乗降客数の相関係数を求めた。すると、0.87(P値:0.01)と強い相関がみられた(図10)。

ここからコインパーキングは駅前に多く立地する傾向があり、なかでも乗降客数の多い駅に多く立地している。

4) コインパーキングの立地する場所の用途地域

次にコインパーキングの立地する場所の特徴を、用途地域との関係からみていく(表4)。コインパーキングの数は住居系で77、商業系で28、工業系で1と、住居系で多い。また駐車可能台数の合計でも、住居系で908台、商業系で413台、工業系で27台と、こちらも住居系で多い。

しかし、用途地域の面積比で数を見ると、住居系で0.053ヵ所/ha、商業系で0.613ヵ所/ha、工業系で0.003ヵ所/haと、商業系で箇所数が多い。また、駐車可能台数の合計でも、住居系で0.621台/ha、商業系で9.041台/ha、工業系で0.092台/haと、こちらも商業系で駐車可能台数

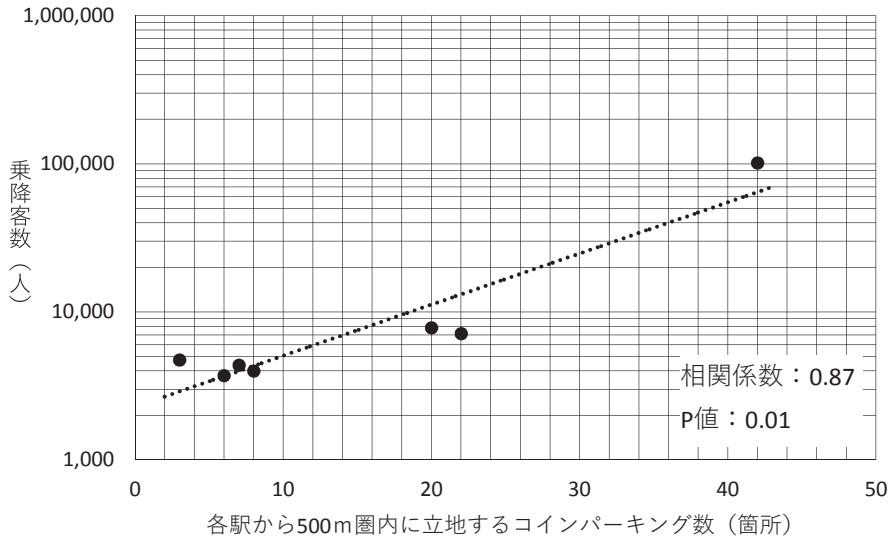


図10 千葉市稲毛区における各駅から500m圏内に立地するコインパーキング数と各駅の乗降客数(2019年)

資料：国土数値情報ダウンロードサービス「駅別乗降客数」、現地調査より作成

表4 千葉市稲毛区における用途地域別および用途地域の面積比のコインパーキング数・駐車可能台数

用途地域分類	コインパーキング数 (箇所)	箇所数/面積 (ha)	駐車可能台数 (台)	駐車可能台数/面積 (ha)	面積合計 (ha)
住居系	77	0.053	908	0.621	1,461
商業系	28	0.613	413	9.041	46
工業系	1	0.003	27	0.092	292
合計	106	0.059	1,348	0.749	1,799

資料：・駐車可能台数は各地図・ナビサイトおよび現地調査より、コインパーキング数は現地調査より作成
・用途地域面積は国土数値情報ダウンロードサービスより取得

が多い。このように、住居系でコインパーキングの立地や駐車可能台数が多いが、用途地域の面積比で見ると、商業系でその立地や駐車可能台数が多いことになる。

商業地域と近隣商業地域は、様々な店舗や施設が立地し、それらが密集していることから駐車需要が大きいと考えられる。また商業地域や近隣商業地域は、一般に市街地の中心部や主要駅周辺に多い。実際、区内の46haの商業地域と近隣商業地域のうちの40ha(88%)までが駅から500m圏内にある。このように商業地域と近隣商業地域のほとんどが駅前にあることから、そこにコインパーキングを立地させれば、

パーク&ライドのため利用する人々も集客することができる。

以上のように、商業系の用途地域では、目的地となる建築物が多いこと、駅前であることが相まって、コインパーキングの利用が多いことが見込まれる。そのため多くのコインパーキングが立地し、駐車可能台数も多くなっている。とはいえ、駅前や商業地の「一等地」ではなく、その中でも地価のやや低いところに、つまり裏通りや駅から少しだけ離れたところに立地しており、それが事業所数のやや少ない場所に立地するという特徴にも結び付いている。

V. コインパーキングの料金設定と立地環境の関係

1. 相関分析

コインパーキングの料金設定と立地環境の関係をみるため、まずコインパーキングの料金(128項目)と立地環境(路線価、人口総数、世帯総数、事業所数)、それに駐車可能台数の133の変数について、相関分析を行った。しかし、その結果は相関係数が最も高いもので0.425に過ぎず、強い相関を示すものはなかった。

そこで本章ではコインパーキングの料金設定と立地環境の関係を、クラスター分析から導き出した、各クラスターの特徴からみていく(方法はⅢ章参照)。

2. 各クラスターの特徴

出力されたデンドログラムから、クラスター分けは5つが適切であると判断した(図11)。これらのクラスターの特徴をみていく(表5)。

なお、各クラスターの地理的分布に明確な特徴はみられない(図12)。それゆえ、その立地

環境の詳しい説明が必要となる。以下、それについてみていこう。

1) クラスター1 (表5-1)

クラスター1のコインパーキングは106中32ヵ所(30.2%)と2番目に多い。料金は「昼間短時間」、「昼間長時間」でやや高く、「夜間短時間」ではやや安く、「夜間長時間」では高い。このことから、クラスター1の名称は「昼間・夜間長時間収益型料金設定」とした。

クラスター1のコインパーキングは「人口総数」と「世帯総数」がやや多く、「事業所数」が多い場所に立地する傾向がある。つまり「昼間短時間」、「昼間長時間」、「夜間長時間」での利用が多くなる場所に立地しやすいということである。

コインパーキングに限らず駐車場を利用する際、利用者は駐車場に自動車を停める行為自体を目的に、駐車場を利用するわけではない。人口総数や世帯総数が多い場所では、親類・友人が自宅に来た場合や社用車で帰宅した場合の車庫代わりでの利用などが想定されることから、

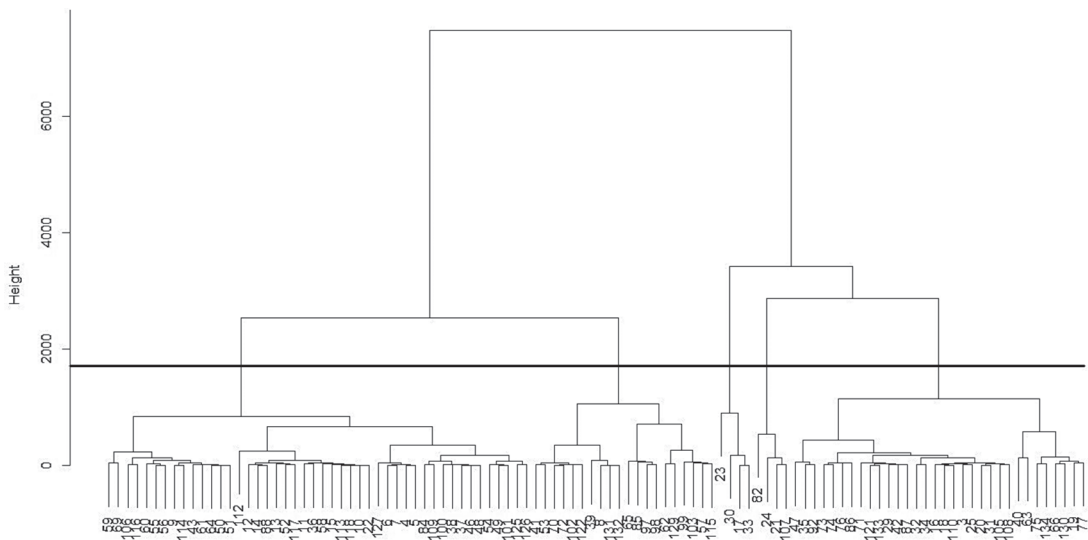


図11 千葉市稲毛区におけるコインパーキングの料金設定と立地環境データのクラスター分析により出力されたデンドログラム

注：デンドログラム下部のケース番号は、筆者が各コインパーキングに振り分けた番号である。

表5 各クラスターの特徴

1. クラスター1・4・5の特徴								
クラスター	路線価	人口総数	世帯総数	事業所数	昼間短時間利用	昼間長時間利用	夜間短時間利用	夜間長時間利用
Culs.1	やや高い	やや多い	やや多い	多い	やや高い	やや高い	やや安い	高い
Culs.4	高い	やや多い	多い	非常に多い	高い	高い	非常に高い	非常に高い
Culs.5	非常に高い	非常に多い	非常に多い	非常に多い	非常に高い	非常に高い	やや安い	やや安い
立地環境に伴うコインパーキング利用者の利用時間帯					○	◎	△	◎
2. クラスター2の特徴								
クラスター	路線価	人口総数	世帯総数	事業所数	昼間短時間利用	昼間長時間利用	夜間短時間利用	夜間長時間利用
Culs.2	やや安い	少ない	やや少ない	やや少ない	やや安い	やや安い	安い	安い
立地環境に伴うコインパーキング利用者の利用時間帯					△	△	△	△
3. クラスター3の特徴								
クラスター	路線価	人口総数	世帯総数	事業所数	昼間短時間利用	昼間長時間利用	夜間短時間利用	夜間長時間利用
Culs.3	安い	多い	やや多い	少ない	安い	安い	高い	やや高い
立地環境に伴うコインパーキング利用者の利用時間帯					△	○	△	◎

注：◎…非常に多い、○…多い、△…少ない。階級区分の詳細は表2参照。

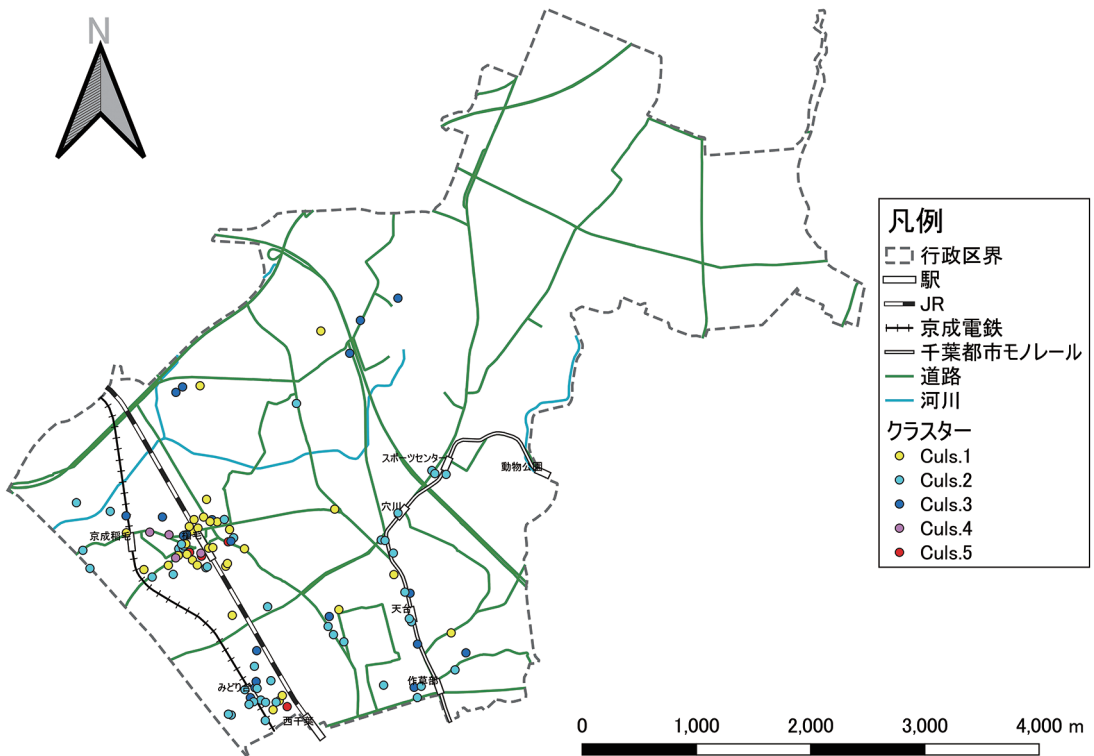


図12 クラスター別のコインパーキングの立地

資料：現地調査、クラスター分析結果より作成

長時間の利用が多く（上原 2014）、その中でも人々が帰宅し、とくに車庫代わりとしての需要が高まる「夜間長時間」の利用が非常に多くなるのだろう。また事業所数が周辺に多い場所での利用者は、「周辺で作業のある工事業者さんや、通勤のため一日中停めることになったサラリーマンなど、何らかの事情で長時間の駐車をせざるをえない方たちです。」「平日昼間に、短時間だけコインパーキングを利用する人のほとんどは、周囲に営業先・得意先のあるビジネスユーザーです。」（駐車場経営.jpより）ということになるから、事業所の営業時間や勤務時間に伴った利用が多くなる。したがって事業所数の多い場所、すなわち事業所数が平均値よりも多い場所に立地しているコインパーキングでは、「昼間短時間」と「昼間長時間」での利用が多いと考えられ、クラスター1はこれらの特徴が顕著に表れていると考えられる。

加えて、クラスター1は「路線価」がやや高い場所に立地する傾向がある。地代回収のためには、それ相応の収益を出さなければならない。そのため、これらのコインパーキングは、利用が多い「昼間短時間」、「昼間長時間」、「夜間長時間」の料金を比較的高く設定し、利用者単価を上げることで収益を出しているといえる。これと類似するものとして、クラスター4とクラスター5が挙げられる。

2) クラスター4（表5-1）

クラスター4は106中4カ所（3.8%）とクラスター5と同数で、最も少ない。料金は「昼間短時間」、「昼間長時間」で高く、「夜間短時間」、「夜間長時間」では非常に高くなっている。このことから、クラスター4の名称は「昼間・夜間収益型料金設定」とした。

クラスター4は「人口総数」がやや多く、「世帯総数」が多く、「事業所数」が非常に多い場所に立地する傾向がある。つまり「昼間短時間」、「昼間長時間」、「夜間長時間」での利用が

多くなる場所に立地しているが、「世帯総数」や「事業所数」の階級区分がクラスター1よりも高いため、その時間帯の需要も多い。

またクラスター4は、「路線価」が高い場所に立地する傾向がある。そのためクラスター1よりも高い地代を回収しなければならない。したがってクラスター4のコインパーキングは、利用が多い「昼間短時間」、「昼間長時間」、「夜間長時間」の時間帯のコインパーキングの料金をクラスター1よりも高く設定して、利用者単価を上げ、高い収益を出しているのだと考えられる。

3) クラスター5（表5-1）

クラスター5は106中4カ所（3.8%）とクラスター4と同数で最も少なく、料金は「昼間短時間」と「昼間長時間」で非常に高く、「夜間短時間」と「夜間長時間」で安い。このことから、クラスター5の名称は「昼間収益集中型料金設定」とした。

クラスター5は「人口総数」、「世帯総数」、「事業所数」が非常に多い場所に立地する傾向がある。つまり「昼間短時間」、「昼間長時間」、「夜間長時間」での利用が多くなる場所に立地しており、その時間帯の需要も非常に多いであろう。またクラスター5は「路線価」も非常に高い場所に立地する傾向があるため、地代回収のため、高い収益を上げなければならない。したがって、需要が高まる時間帯の中でもとくに「昼間短時間」と「昼間長時間」の利用に焦点を当て、その利用料金を非常に高くなるように設定することで、収益を出しているといえる。

他方、そうであるならばクラスター5でも「夜間長時間」の利用もあるはずなので、クラスター4のように、「夜間長時間」での料金設定も非常に高くすれば、より収益が見込めるはずである。しかしクラスター5では、そのような設定はされていない。

表6 各クラスターのコインパーキング事業者数（単位：箇所）

事業者	全体	Culs.1	Culs.2	Culs.3	Culs.4	Culs.5
タイムズパーキング	16	11	2	2	0	1
三井のリパーク	16	2	5	6	3	0
ナビパーク	34	5	25	0	1	3
その他	40	14	14	12	0	0
合計	106	32	46	20	4	4

資料：現地調査、クラスター分析結果より作成

このクラスター5（昼間収益集中型料金設定）とクラスター4（昼間・夜間収益型料金設定）の料金設定の違いは、事業者の違い、すなわちその経営方針の違いによると考えられる。というのもクラスター5は、その4分の3の事業者がナビパークである（表6）。ナビパークは前述の通り千葉県千葉市に本社を置き、ドミナント戦略を採って15都道府県のみで展開している。その事業規模からいって、全国規模のタイムズやリパークと比較すると、一般的な経費は総じて低く抑えられると考えられる。またドミナント展開を図っていることから巡回移動のコストやメンテナンスコストを低く抑えることもできるだろう。料金を昼間に非常に高くする代わりに、夜間の料金は安くしても事業継続が可能な条件を持ち、実際にそうした戦略を採ることで夜間帯の価格競争に勝ち、さらなる収益を上げることを目指しているのだと考えられる。

このような企業ごとの戦略の違いがクラスター4（昼間・夜間収益型料金設定）とクラスター5（昼間収益集中型料金設定）の夜間料金の設定の差となって表れているといえることができる。

4）クラスター2（表5-2）

クラスター2のコインパーキングは106中46ヵ所（43.4%）と最も多い。料金は「昼間短時間」、「昼間長時間」でやや安く、「夜間短時間」、「夜間長時間」では安い。このことから、クラスター2の名称は「集客重視型料金設定」とした。

とした。

クラスター2は「人口総数」が少なく、「世帯総数」と「事業所数」がやや少ない場所に立地する傾向がある。「路線価」もやや安く、地代を低く抑えられる。他方で、そうした場所は一般に利便性が悪く、人々が行き交う場所ではないため需要は少ない。

これはクラスター1・4・5のコインパーキングが立地する場所とは対照的な場所だといえる。クラスター2（集客重視型料金設定）のコインパーキングは、利用者（需要）が多くは見込めず、利用の多い時間帯も不確かな場所に立地しているということである。そうした中で集客力を上げるために、料金設定を比較的安く設定し、利用者を増やすことで収益を出そうとしているのが、クラスター2（集客重視型料金設定）である。

なお、このクラスターに属するコインパーキングが最も多いことから、こうした方法がもっとも一般的なビジネスモデルだともいえるだろう。

5）クラスター3（表5-3）

クラスター3のコインパーキングは106中20ヵ所（18.9%）と3番目に多い。料金は「昼間短時間」、「昼間長時間」で安く、「夜間短時間」で高く、「夜間長時間」ではやや高くなっている。このことから、クラスター3の名称は「夜間長時間収益型料金設定」とした。

クラスター3は「路線価」が安く、「事業所数」が少なく、「人口総数」が多く、「世帯総

数」がやや多い場所に立地する傾向があり、いわゆる住宅地に立地しているといえる。住宅地で、住宅の車庫代わりに利用する人々がいることを見込んで、それに合わせて「夜間長時間」のみをピンポイントで、やや高くすることによって収益を出しているといえる。

以上が5つのクラスターの特徴である。立地環境によって細かな対応をしながら料金設定がなされていることがみてとれる。

VI. おわりに

本研究では千葉市稲毛区を調査対象地域に選定し、コインパーキングの特徴と立地傾向、コインパーキングの料金設定と立地環境の関係について考察した。コインパーキングの特徴については以下のことが明らかになった。

駐車可能台数の観点からみると、ほとんどが40台未満のコインパーキングである。それはコインパーキングを設置する際、40台未満(500m²未満)であれば、市への届出が不要になることが要因であると考えられる。

運営事業者別の観点からみると、千葉市稲毛区ではナビパークが最も多い。これはナビパーク運営企業が千葉県千葉市に本社を置き、ドミナント戦略を採ってコインパーキングを展開させていることが要因であるといえる。

コインパーキングの立地傾向については以下のことが明らかになった。人口総数および世帯総数の観点からみると、中間的な規模の場所に立地していた。これは地価とのバランスの中で、中間的な位置での立地を志向しているといえる。そこでコインパーキングが立地する場所の地価をみた。やはり、コインパーキングは路線価が極端に低い場所や高い場所には立地していない。これらのことから、集客力と地代との折り合いをつける形で、いずれも中間的なところに立地する傾向があるといえる。

またコインパーキングは相対的に事業所数が多い駅前に多く立地する傾向があり、その中でも乗降客数の多い駅に多く立地する。用途地域の面積当たりでコインパーキング数をみると、商業系でその立地が多く、また駐車可能台数も多い。これは目的地となる建築物が多く、かつ駅前では多くの利用が見込めることから、商業系用途地域にコインパーキングが多く立地し、駐車可能台数も多くなっていると考えられる。ただし、地価との関係から、駅前や商業地の「一等地」に立地する訳ではない。ここにも集客力と地代との折り合いをみた上での立地という特徴がみてとれる。

コインパーキングの料金設定と立地環境の関係については以下のことが明らかになった。コインパーキング経営で収益を出すためには、①周辺のコインパーキングよりも最大料金を安く設定することで集客力を伸ばし、その一方で、②基本料金の時間単位を長く、かつ高く設定することで回転率を上げることが必要だ、とされている(駐車場経営.jpによる)。その際、「利用者の立場に立って考えることが、料金設定でも大切」であり、商業地では周辺のコインパーキングよりも基本料金の時間単位を長めに設定し、住宅地では夜間の最大料金を安く設定することで「お得感」を出し、利用者自らに経営するコインパーキングを選んでもらうことで収益を出すことが可能になる(上原 2014)。つまりは、基本料金の時間単位を長く設定し、最大料金は周辺よりも安くして集客をあげることで収益を出すというような、いわば「薄利多売」の手法でコインパーキングの経営を行うべきだとされている。「薄利多売」型のクラスター2(集客重視型料金設定)が一番多いことから、これがビジネスモデルの中心であるといえよう。

しかし、クラスター分析を用いて料金設定と立地環境の関係について分析を行った結果、コインパーキングの料金設定は、立地環境によつ

て異なる、需要の高まる時間帯に合わせて、料金を高く設定したり、利用者単価を上げたりしていることが明らかになった。「路線価」が高く、「人口総数」、「世帯総数」、「事業所数」の多い場所に立地するコインパーキングでは、「昼間短時間」、「昼間長時間」、「夜間長時間」の料金を比較的高く設定し、利用者単価を上げることで収益を出している。また、いわゆる住宅地（「人口総数」と「世帯総数」が多い場所）では、住宅の車庫代わりの利用を見込んで、その時間の料金をピンポイントで、比較的高く設定することで収益を出している。このように、コインパーキングの料金は立地環境に伴って変化する利用者の利用時間の特性に応じて設定を変化させている。

コインパーキング経営においては、「薄利多売」式の料金設定や経営方針を採ることが基本ではあるが、その立地環境によって、より細かな対応がとられている。そのため料金設定と人口、世帯数、事業所数との間には明確な相関関係が認められないのだと考えられる。それぞれの立地環境によって多様な時間設定や料金設定がみられ、それを本研究では5つのクラスターに分けて分析した。実際には、それ以上に個々バラバラにみえる料金設定がなされている。それはこうした背景があつてのことなのである。

最後に、本研究ではコインパーキングの特徴と立地傾向、コインパーキングの料金設定と立地環境の関係について明らかにすることが目的であった。その中でも本研究では、コインパーキングの料金設定と立地環境の関係についての考察に重点を置いた。そのため、コインパーキングの特徴と立地傾向についての考察が不足しており、またコインパーキングの土地利用変遷についての考察はしていない。さらに、前払い式コインパーキング、施設併設型コインパーキングを分析対象から除外したため、これらのコインパーキングについての特徴や立地傾向、料

金設定と立地環境の関係についての考察も行えていない。これらの考察を行うことで、コインパーキングの特徴や立地傾向、料金設定と立地環境の関係を、より詳細に明らかにすることもできるのではないかと考えられる。これらを今後の課題としたい。

注

- 1) 本文でのクラスター分析の種類、クラスタリングの計算手法、距離の測度の名称は、一般的な名称で表記している。しかし本研究で使用した「Rコマンドー」では、名称に表記ゆれがある。「Rコマンドー」上での名称は、クラスター分析の種類では「階層的クラスタ分析」、距離の測度では「ユークリッド距離の平方」と表記されている。クラスタリングの計算手法については、表記ゆれはない。
- 2) コインパーキング運営事業者の全国売上高の順位は、日経MJ・第38回サービス業調査の「貸し駐車場運営企業部門売上高ランキング（2020年度）」による（日経MJ 2020年11月4日）。
- 3) JR西千葉駅と千葉都市モノレール動物公園駅は区境に立地しており、駅が二つの区に跨っている。しかしながらJR西千葉駅は千葉市中央区、千葉都市モノレール動物公園駅は千葉市若葉区がその住所地となっていて、調査対象地域である千葉市稲毛区に立地していない。そのため本研究で分析を行う際には、2つの駅は除いている。
- 4) 調査対象地域である千葉市稲毛区に立地している各駅の乗降客数のデータは、国土数値情報ダウンロードサービスの駅別乗降客数であり、2019年の駅別乗降客数（1日平均の乗降客数）である。

参考文献

- 上原ちづる 2014.『コインパーキングで年1,200万円儲ける方法』ダイヤモンド社。
- 小地沢将之・近江 隆・石坂公一 2007.『コインパーキングの立地条件に関する研究』日本建築学会技術報告集. 25. p.251~254.
- 酒井多加志 1987.『山形市中心市街地における駐車場の配置構造』地域調査報告. 9. p.127~135.
- 酒井多加志 1991.『駐車場空間の拡大に伴う甲府市中心市街地の変容』人文地理. 43-1. p.67~84.

西本修司 2014. 『千葉県市川市・浦安市におけるコインパーキングの立地と利用』 国土館大学地理学教室保存卒業論文.

日本パーキングビジネス協会 2019. 『コイン式（時間貸）自動車駐車場市場に関する実態分析調査2018年版』 日本パーキングビジネス協会.

野間晴夫・香川貴志・土平 博・河角龍典・小原文明 2014. 『ジオ・パルNEO 地理学・地域調査便利帖』 海青社.

山田浩久 1992. 『JR総武線主要駅周辺における駐車場の立地状況』 季刊地理学. 44-3. p.170~173.

引用したウェブサイトの一覧

国土数値情報ダウンロードサービス. 国土交通省.
<https://nlftp.mlit.go.jp/ksj/index.html> 最終閲覧日：2021年6月5日.

財産評価基準書 路線価図・評価倍率表. 国税庁.
<https://www.rosenka.nta.go.jp/index.htm> 最終閲覧日：2021年7月11日.

時間貸駐車場・コインパーキング | ナビパーク. スターツアメニティー株式会社. <https://www.navipark1.com/> 最終閲覧日：2021年11月10日.

ゼンリン地図-いつもNAVI. 株式会社ゼンリンデータコム. <https://www.its-mo.com/> 最終閲覧日：2021年2月11日.

タイムズの駐車場検索Parking Information. タイムズ24株式会社. <https://times-info.net/> 最終閲覧日：2021年11月10日.

千葉市公式サイト 路外駐車場の届出. 千葉市役所.

<https://www.city.chiba.jp/toshi/toshi/keikaku/parking/rogai.html> 最終閲覧日：2021年11月19日.

駐車場検索-NAVITIME. 株式会社ナビタイムジャパン. <https://www.navitime.co.jp/parking/> 最終閲覧日：2021年2月11日.

【プロの運営ノウハウ】コインパーキングの『収益をあげやすい料金設定』. 駐車場経営.jp. <https://chusyajo-keiei.jp/archives/2622> 最終閲覧日：2021年11月9日.

平面直角座標への換算. 国土地理院. <https://v1db.gsi.go.jp/sokuchi/surveycalc/surveycalc/bl2xyf.html> 最終閲覧日：2021年4月8日.

三井のリパーク. 三井不動産リアルティ株式会社. <https://www.repark.jp/> 最終閲覧日：2021年11月10日.

au地図. KDDI株式会社. <https://eznavi.auone.jp/map/AuOneMapTop.act> 最終閲覧日：2021年2月11日.

e-Stat政府統計の総合窓口. 総務省統計局・独立行政法人統計センター. <https://www.e-stat.go.jp/> 最終閲覧日：2021年11月11日.

Googleマップ. Google. <https://www.google.co.jp/maps/> 最終閲覧日：2021年11月14日.

goo地図. エヌ・ティ・ティレゾナント株式会社. <https://map.goo.ne.jp/> 最終閲覧日：2021年2月11日.

MapFan. インクリメント・ピー株式会社. <https://mapfan.com/> 最終閲覧日：2021年2月11日.

Mapion. 株式会社ONE COMPATH. <https://www.mapion.co.jp/> 最終閲覧日：2021年2月11日.

長野県諏訪盆地における冬季の気温分布

藤江 亜由美

本学地理・環境コース2022年3月卒業

キーワード：冷気湖，接地逆転層，湖陸風，気温観測，諏訪盆地，長野県

I. はじめに

長野県は、全国第4位の面積を有し、南北に長く県の四方を険しい山々に囲まれており、標高差もある。このため、北部は豪雪地帯である一方、南部は比較的温暖であるなど、気候は多様性に富む。また、高い山々とともにいくつもの盆地を有することが特徴である。特に盆地では、その地形的特徴から夜間に局地的な気象現象が出現しやすく、冷気流と冷気湖はその代表的な例である。

晴れた静穏な夜間、地表付近の空気は放射冷却によって冷やされる。地形が盆地状になっている地域では、次のような現象が起きる。盆地を取り囲む斜面上では、冷却された空気は密度が大きいため、下方に向かって流れ、低地にたまる。このとき、斜面を下降する気流が生じ、この下降気流は冷気流または斜面下降風と呼ばれる。盆地底および斜面下部では、放射冷却と周辺の斜面からの冷気の集積によって強い逆転層が形成される。この冷気による強い安定層を冷気湖と呼ぶ。

長野県では、菅平盆地における冷気流・冷気湖に関する研究が古くから行われており、盆地斜面では夜間に数回にわたって間欠的な冷気の流出が見られ、盆地底には明瞭な冷気湖が形成されることが明らかとなっている(工藤ほか1982)。また、中村(1976)は、冷気流出中の斜面の気温分布は一様に変化せず、局地的温暖域が出現することを明らかにしている。

これらの現象は盆地や谷の大きさ、斜面方位

などの地形条件に強く影響を受けることから、地域毎にその実態が異なる。こうした局地的にみられる気候は、その地域の土地利用や人々の生活にも大きな影響を与えるため、局地気候の発生機構を明らかにすることは、盆地における自然環境の特性を把握するために重要な役割を果たすと考えられる(浜田2001)。しかし、長野県内の盆地において形成機構が明らかとなっている局地気候は多くはない。そこで本研究では、長野県諏訪盆地において気温の観測を実施し、諏訪盆地の局地気候、特に冷気流の吹走と冷気湖の形成機構について明らかにすることを目的とする。

II. 調査地域概要

諏訪盆地は長野県の中部に位置し、県内最大の湖となる諏訪湖を盆地底として周囲を八ヶ岳連峰や蓼科高原、霧ヶ峰などに囲まれる、北西から南東に長軸をもつ盆地である(図1)。諏訪湖は湖面標高が760mで、周辺には1,000～2,000m級の山地が連なる。

諏訪湖周辺の平地では夏季の最高気温が30℃を越える日もあるが、冬季の1～2月には最低気温が-10℃以下の日が続くこともあり、一年の寒暖差が大きい。諏訪地域の人口は約19万人(令和2年度)である。諏訪地域は豊富な自然環境を有していることに加え、諏訪湖畔や蓼科の温泉、諏訪大社を中心に門前町として栄え、近年でも多くの観光客を集めている。

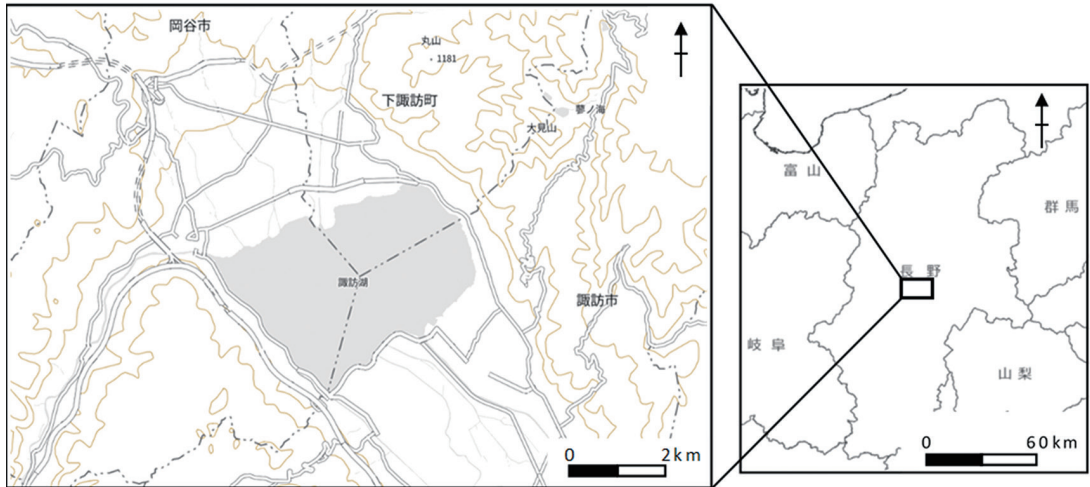


図1 調査地域概観

地理院地図の標準地図を基図に作成



図2 観測地点

地理院地図の標準地図を基図に作成

Ⅲ. 調査方法

気温の観測は2021年の1月16日から4月11日までの約3か月間実施した。冷気湖の形成過程および冷気流との関係を明らかにすることを目的として、盆地内の気温分布とその時間変化を捉えるために、高度別の気温の定点観測を

行った。盆地の西側斜面においては、盆地底である諏訪湖湖岸の標高750mから標高1,050mまで、標高50m間隔の7地点に温度計を設置した。諏訪湖を挟んだ盆地の東側斜面では、標高800mから標高1,050mまで、標高50m間隔の6地点に温度計を設置した(図2)。温度計はT&D社製の「おんどとり jr」を用いた。これは



図3 温度計の設置状況

自記記録の可能な温度計であり、上述の期間の毎正時に1時間間隔で測定・記録した。ただし、東側斜面の標高1,000mのデータは欠測となった。温度計は、日射があまり当たらず、風通しが良い場所で、地表から1.5m~2.0mの高さに設置した。また、温度センサーに日射が当たるのを防ぐために、センサーをシェルターに格納した(図3)。

既存の気象観測施設として、アメダス諏訪観測所と、諏訪市が運用する諏訪市防災気象情報システムの気温データを使用した。さらに、風向・風速の時間変化を明らかにすることを目的として、環境省が運用する大気汚染物質広域監視システムと、アメダス諏訪観測所のデータを使用した。大気汚染物質広域監視システムは標高850m(地点1;図2)に、アメダス諏訪観測所は標高750m(地点2;図2)に、諏訪市防災気象情報システムは盆地東側斜面の1,050m(図2)にそれぞれ位置する。

IV. 結果と考察

1. 2021年1月~4月の天候

1) 日本の天候

1月下旬は、寒気の影響を受けにくかったため、全国的に旬平均気温は高くなった。冬型の気圧配置となる日が多く、強い寒気が南下して東日本の日本海側を中心に大雪となる所があった。2月は寒気の南下が弱かったことや、北日本付近を通過した低気圧に向かって暖かい空気が流れ込んだ時期もあったことから、全国的に気温は高くなった。3月は北からの寒気の流れ込みは弱く、暖かい空気に覆われたため、全国的に気温が高く、北日本、東日本、および西日本では、統計開始以来3月として最も高い記録を更新した。4月は高気圧に覆われる日が多かったことや南西からの暖気の影響で、全国的に気温が高くなり、日照時間も多くなった。

2) 諏訪の天候

アメダス諏訪観測所において観測された2021年1月から4月の日平均気温、日最高気温、日最低気温を整理した(図4、表1)。1991年から2020年の平年値に比べ、2021年1月~3月の気温は、上記のすべての項目において2°C程度高い値であった(表1)。各項目において、日ごとの気温が平年値より高い値となった日数は、1月が21日、2月が20日、3月が28日であった。一方、4月の日平均気温、日最高気温、日最低気温はほぼ平年並であった(表1)が、日ごとの気温が平年値より高い値となった日数は15日あった。以上のように、アメダス諏訪観測所のデータから明らかのように、調査期間における諏訪地域の気温は平年よりも高い傾向にあったと考えられる。

2. 冷気湖の形成について

定点観測の結果から、西側斜面および東側斜面の双方において、夜間から明け方にかけての時間帯に気温の接地逆転層及び冷気湖が確認さ

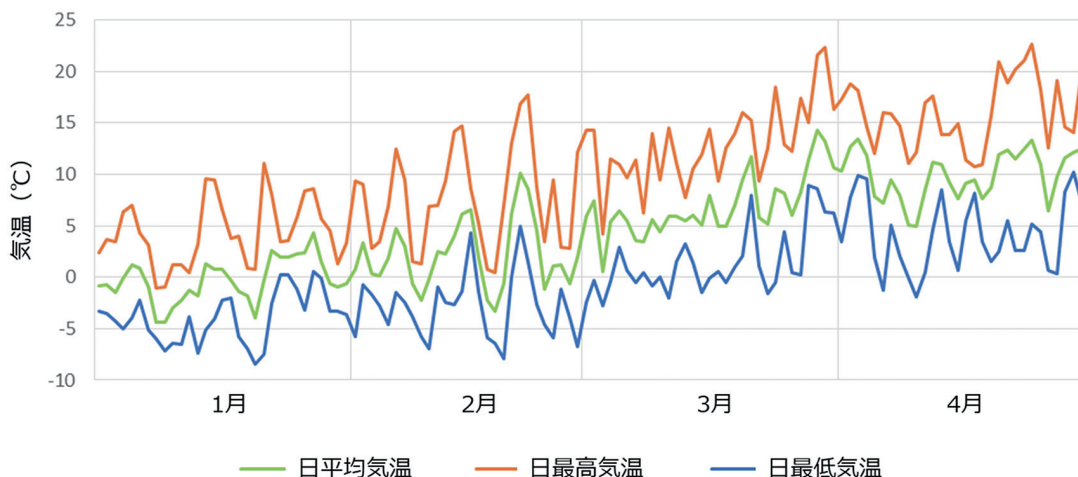


図4 アメダス諏訪観測所における2021年1-4月の気温状況

表1 アメダス諏訪観測所における2021年1-4月の気温とその平年値

年 月	日平均気温 (°C)	日最高气温 (°C)	日最低气温 (°C)	
1月	2021年	-0.3	4.3	-4.0
	平年	-1.1	3.8	-5.5
2月	2021年	2.1	7.8	-2.8
	平年	-0.2	5.1	-5.0
3月	2021年	6.9	12.9	1.4
	平年	4.0	9.8	-1.0
4月	2021年	9.9	15.9	4.1
	平年	10.0	16.1	4.4

れた。それぞれの斜面において接地逆転層が出現した日数には違いが見られた。西側斜面では観測期間中のうち16日、東側斜面では21日、それぞれ接地逆転層が出現し、それらの日数のうち12日が同日であった。接地逆転層の出現日数のうち半数以上が同日であることから、盆地内では接地逆転層すなわち冷気湖が広く形成される傾向にあると考えられる。

冷気湖の形成が確認された2月1日の気温変化を例として挙げる。その理由は、前日から高気圧に覆われ天気が安定していたことから、冷気湖の形成条件に該当すると考えたためである。

前日の1月31日は、おもに東日本太平洋側では高気圧に覆われて晴れ、諏訪地方でも一日を通して晴れの天気が続いた。2月1日の明け方も広い範囲で晴れ、特に東北で冷え込み福島県では2021年2月としての最低气温を記録した地点もあった。西から前線が近づき、夜にかけて全国的に天気は下り坂となった。諏訪地方では昼過ぎ頃まで晴れたが、その後曇り、夜から雨となった。

1) 西側斜面における2月1日の冷気湖の確認
この日の西側斜面においては、盆地底となる標高750mから900mの間において、おおむね

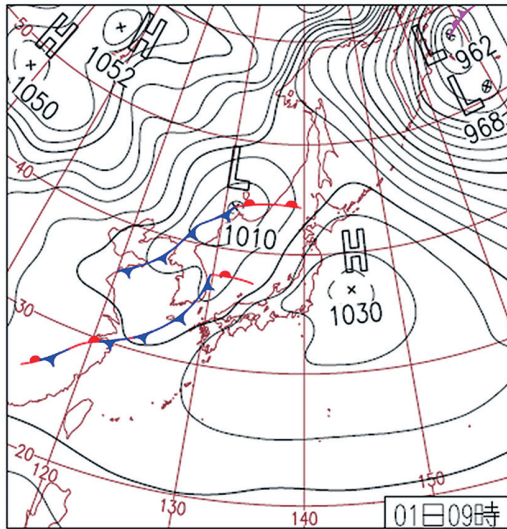


図5 2021年2月1日9時の天気図

出典：気象庁

150mの厚さの冷気湖が確認された。冷気湖が確認された標高750m～900mの気温は、1月31日21時から標高800mから850mまでの50m間で気温の逆転がはじまり、このとき0.2℃の逆転を示した。その後も逆転は続き、2月1日2時には逆転層が標高800mから標高900mまで厚さを増し、0.6℃の逆転を示した。さらに時間とともに逆転層の厚さは増し、4時になると標高750mから900mの150mの厚さとなった。これらのことから、冷気湖は夜半から明け方にかけて時間がたつにつれて厚くなる傾向にある。その後、日の出により気温が上昇しはじめ、気温の逆転は盆地底から次第に解消される(図6)。

この日は一夜を通して北西の風が吹いていた(図7)。21時までは風速約2.5m/s以上のやや強い風が吹いていたが、その後は弱まり、ほとんどの時間で1.0m/s未満の弱い風へと変化した。21時まで吹いていた北西からのやや強い風は「塩嶺おろし」と呼ばれる局地風であると考えられる。塩嶺おろしは、諏訪盆地の北西方向に位置する塩尻市方向から、諏訪盆地と塩尻市との間にある塩嶺峠を越えて諏訪盆地に吹き下

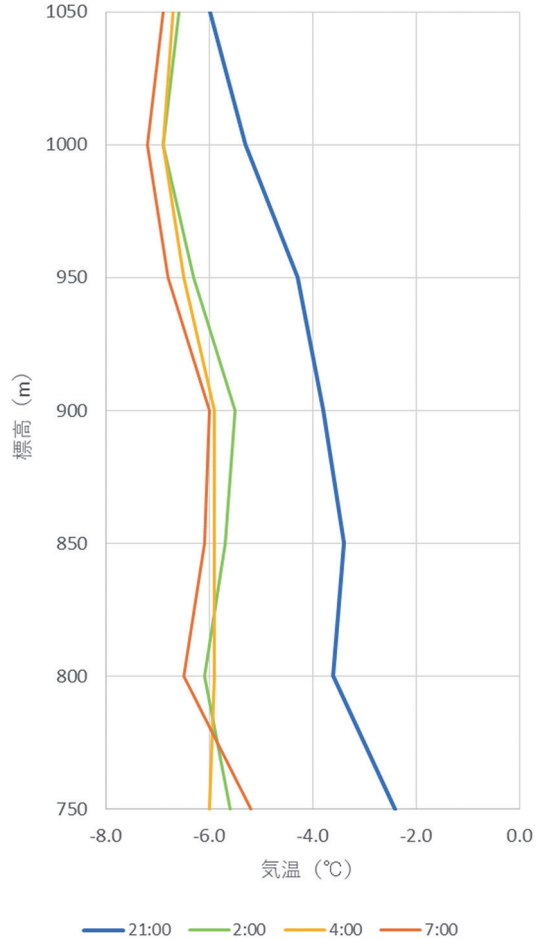


図6 西側斜面における1月31日21時～2月1日7時の気温の鉛直分布

ろす風であり、北西の風向を示す比較的強い風である。21時以降も北西からの風となっていることから、この弱い風も塩嶺峠方向から盆地へと吹き下ろしていると考えられる。

近藤ほか(1983)によれば、強い風が吹くと大気の安定層が壊され冷気湖が発達しにくくなるとされている。つまり、この日に出現した冷気湖の形成過程は、塩嶺おろしの影響により21時までは盆地内では安定層が壊されたために冷気湖が発達しにくく、その後風が弱まるにつれて冷気湖が発達し、厚さを増していったものと考えられる。

1月31日18時から2月1日10時までの各地点

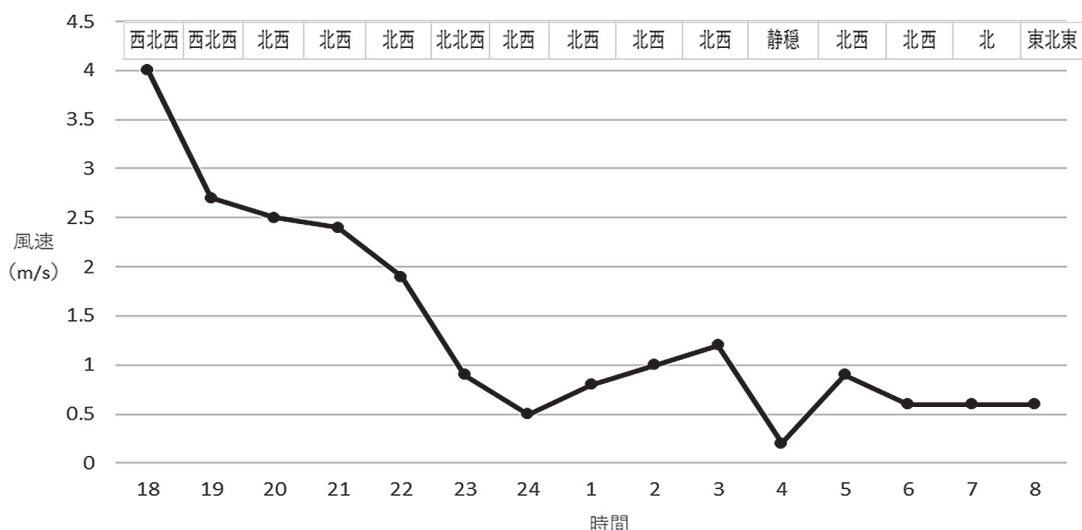


図7 西側斜面における1月31日18時から2月1日8時の風向・風速

大気汚染物質広域監視システムのデータより作成

における気温は、日没以降時間の経過とともに低下し、朝7時頃に最低気温になるという変化傾向を示した。しかし、気温の変動幅には地点ごとに違いが見られた。

斜面上部となる標高1,050m地点では、日没から22時までは気温は低下したが、その後の気温は低下し続けることはなく、約-6.0～-6.5℃の間で変動した。日没(18時)から日の出(7時)までの気温差は2.7℃と小さかった。これに対して、盆地底となる標高750m地点では、日没から最低気温となる朝5時まで、気温は時間とともに低下し続け、この時間内での気温差は5.9℃であった。標高900m、950m、1,000mでは、標高1,050mと同様の变化傾向を示し、標高800mと850mでは標高750mと同様の变化を示した(図8、表2)。

このような気温の変化は冷気湖形成の過程で見られる現象である(鳥谷 1985)。標高1,050mでは22時以降に、標高900m～1,000mでは23時以降に、それらの標高帯が冷気の供給源となって暖気の沈降がみられたために気温の変動が小さくなったと考えられる。盆地底と同様の

気温変化となった標高800mと850mは、冷気湖の内部に入り、冷気の堆積域となったことを示していると考えられる。

高度別の気温変化からは、冷気湖の形成における地形の役割を読み取ることができる。つまり、盆地底は冷気の堆積域となっているのに対し、斜面上部は冷気の流出域となる構造になっていると考えることができる。

2) 東側斜面における2月1日の冷気湖の確認

東側斜面では、2月1日夜間から早朝にかけて、標高850m～1,050mの200m間で冷気湖を確認することができた。標高850mから1,050mにかけて斜面に沿って形成される気温の逆転は、日没後から始まり、19時に標高850mから1,050mの間では気温差が0.4℃しかなくなる(図9)。21時には標高850mから950m間で逆転となった(図9)。すべての地点において時間とともに気温が低下し続ける傾向は同様であったが、標高1,050mにおける気温の低下は夜半から緩慢となった。他の地点では気温の低下が続いていることにより冷気湖は厚さを増したと考えられる。3時には標高1,050mも冷気

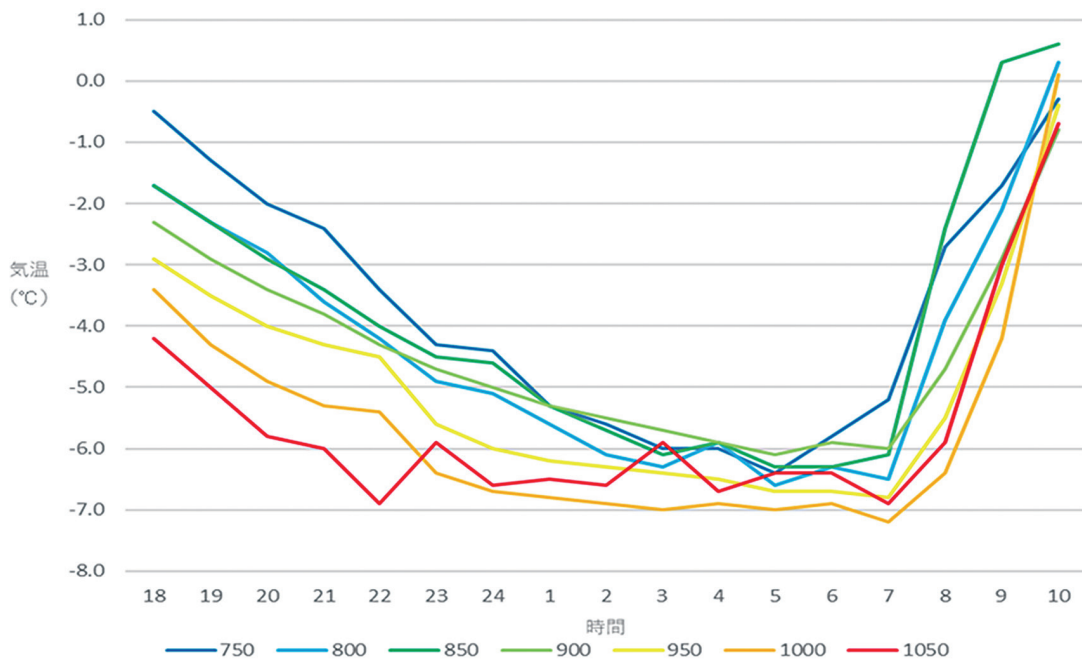


図8 西側斜面における1月31日18時から2月1日10時の気温変化

大気汚染物質広域監視システムのデータより作成

表2 西側斜面における1月31日18時～2月1日7時の最高気温、最低気温とその気温差

標高 (m)	最高気温 (°C)	最低気温 (°C)	気温差 (°C)
1,050	-4.2	-6.9	2.7
1,000	-3.4	-7.2	3.8
950	-2.9	-6.8	3.9
900	-2.3	-6.0	3.7
850	-1.7	-6.3	4.6
800	-1.7	-6.6	4.9
750	-0.5	-6.4	5.9

湖の内部となり、標高850mから1,050mの間で厚い冷気湖が形成された(図9)。日の出後もこの気温の逆転は続き、10時には冷気湖は標高950m～1050mと薄くなるものの、13時に解消されるまで冷気湖の形成は継続した(図9)。

2月1日の東側斜面では、22時まで西北西からの風が吹いていたが、23時以降は南東寄りの風になり朝まで風向に大きな変化はなかった(図10)。地点2において、北西寄りの風は湖方

向からの風、南東寄りの風は陸からの風であることから、22時まで湖方向から、23時以降は陸からの風が吹き続けていたことになる。

アメダス諏訪観測所(地点2; 図2)では、22時まで西北西の風が吹いており、特に18時～21時には風速3.5m/s以上のやや強い風が吹いていた(図10)。この風は、西側斜面において見られた塩嶺おろしと風向や時間帯が類似していることから、塩嶺おろしが諏訪湖を越えて

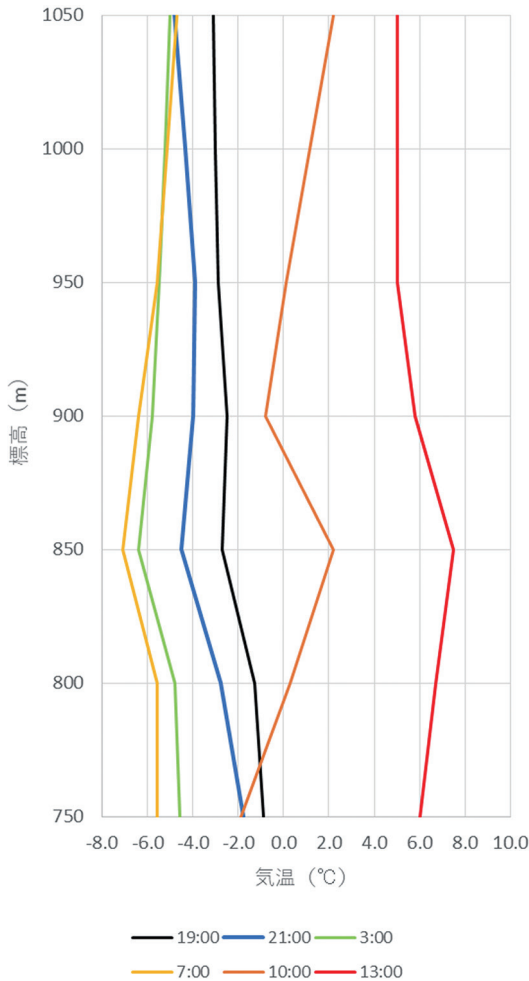


図9 東側斜面における1月31日19時～2月1日13時の気温の鉛直分布

東側斜面である地点2まで吹いていたと考えられる。23時以降に風向が南東に変わると風速2m/s未満の風に変化した。

盆地地形では、斜面を下降してくる冷たい空気が盆地底に堆積することで冷気湖が形成される。すなわち、冷気湖が形成される時は盆地底が最も気温が低くなる(工藤ほか 1982)。しかし、今回の調査で東側斜面において冷気湖が形成されたのは標高850mから1,050mの斜面中腹から上部にかけてであり、湖岸周辺では冷気の堆積を確認することはできなかった。これには湖岸周辺における風が影響しているのでは

ないかと考えられる。

大久保ほか(2005)によれば、湖岸の気温が高い時間帯の風は陸から湖への風向であり、気温の低い時間帯の風は湖から陸への風向であるとされている。この風向の変化の状況が2月1日の風向・風速の変化にも当てはまると考えられ、冷気湖の形成が進んだ夜中から朝にかけて、湖岸では陸から湖への風が吹いている。風速は強くないが、この風には湖からの風と比べて暖かい空気が含まれていると考えられる。また、夜間には湖面の温度は湖岸の気温よりも高くなっていると考えられることから、盆地底に冷気が堆積しにくくなっていたのではないかと考えられる。湖面の温度による影響は、西側斜面においても同様に生じることであるが、西側斜面ではこの日、弱いながらも北西からの冷たい風が吹いていたのに対し、東側斜面では陸からの暖かい空気を含んだ風が吹いたことにより、冷気が堆積しにくい領域の形成が促進されていたのではないかと考えられる。このため、東側斜面の下部においては気温の逆転層が形成されなかったと考えられる。

1月31日18時から2月1日8時までの気温は、日没後すべての地点において時間とともに低下する。1,050m地点では24時から気温が上昇し、8時まで-6.0～-4.0°Cの間で変化した。同様に、標高900mと標高950mでも1時ごろから気温の変動幅が小さくなり、朝までほぼ一定の気温が維持される(図11)。18時と早朝の最低気温との気温差は標高1,050mと950mで3.7°Cとなった(表3)。これに対して、冷気湖の底面となる標高850m地点では早朝まで時間とともに気温は低下し続け、最高気温と最低気温との気温差は5.4°Cとなり、斜面上部との違いが見られた。この気温変化は、西側斜面において見られたものと同様に、標高1,050mでは24時以降に、標高950mと900mでは1時以降に、その標高帯が冷気の供給源となり、暖気の沈降が生じたために気温の変動が小さくなって

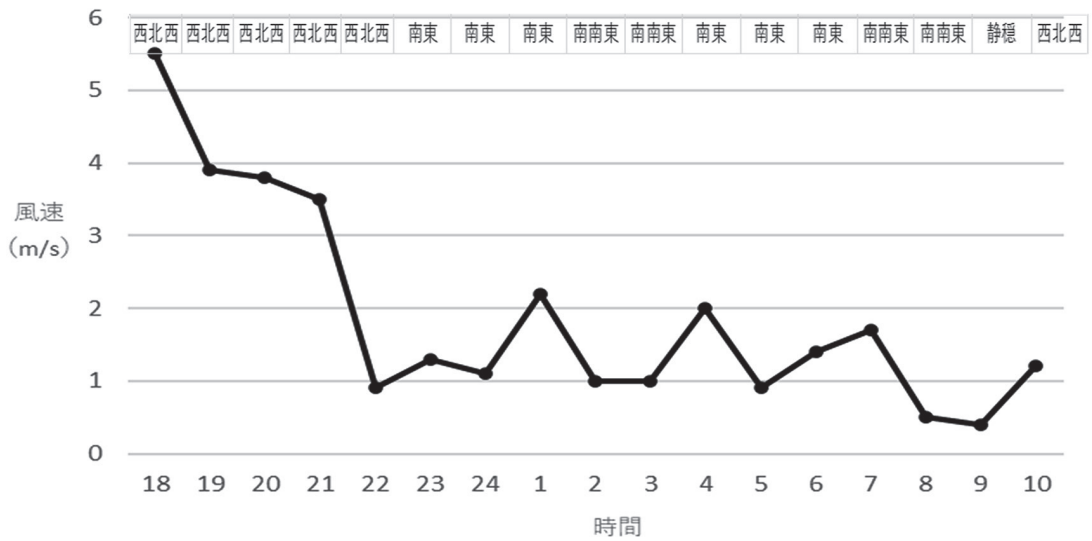


図10 東側斜面における1月31日18時から2月1日10時の風向・風速
アメダス諏訪観測所のデータより作成

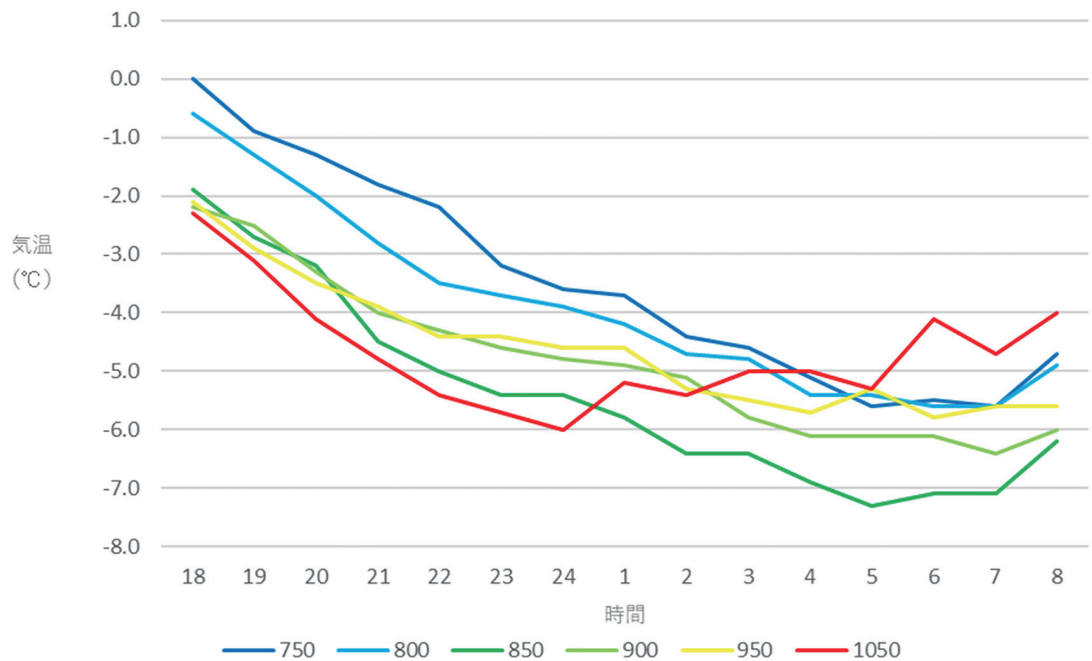


図11 東側斜面における1月31日18時～2月1日8時の気温変化

いると考えられる。標高850mは冷気の堆積域であると考えられる。また、標高900mと950mでは2時ごろから標高850mと同じ程度の気温変化をしている。これは、標高900mと標高

950mが斜面中腹にあるために生じた変化であると考えられる。2時までは、標高900m～950m付近が冷気の供給源であったが、その後は、この標高帯が冷気湖の内部に入ったために

表3 東側斜面における1月31日18時～2月1日8時の最高気温、最低気温とその気温差

標高 (m)	最高気温 (°C)	最低気温 (°C)	気温差 (°C)
1,050	-2.3	-6.0	3.7
950	-2.1	-5.8	3.7
900	-1.2	-6.4	4.2
850	-1.9	-7.3	5.4
800	-0.6	-5.6	5.0
750	0.0	-5.6	5.6

冷気の堆積域となり、流出域から堆積域へと移行したと考えられる。31日18時から1日8時までの気温差を比べると、これも西側斜面と同様に、斜面上部では気温差が小さく、下部になるにつれて大きくなる傾向が見られた(表3)。

3. 冷気湖が形成されなかった事例

冷気湖の形成が確認された2月1日との比較として、冷気湖が形成されなかった日の事例として、2月24日の気温状況について述べる。2月24日は、前日から高気圧に覆われて晴れており、冷気湖形成の条件に当てはまるが、西側斜面と東側斜面のいずれでも接地逆転層が形成されなかった。

この日は北陸から北日本にかけての地域では寒気の影響で雪となり強い吹雪を伴うところがあったが、その他のところでは高気圧に覆われ概ね晴れた(図12)。諏訪では、22日深夜から23日明け方まで雨となっていたが、その後は晴れ、24日も一日を通して晴れの天候となった。

1) 西側斜面における2月24日の気温状況

2月23日18時から24日8時までの気温は、日没以降すべての地点で時間の経過とともに低下し続け、明け方に最低気温となった(図13)。各地点における23日18時の気温と24日明け方の最低気温との気温差には標高による顕著な違いは認められず、約7.0～8.0°Cの気温の変動幅となった(表4)。

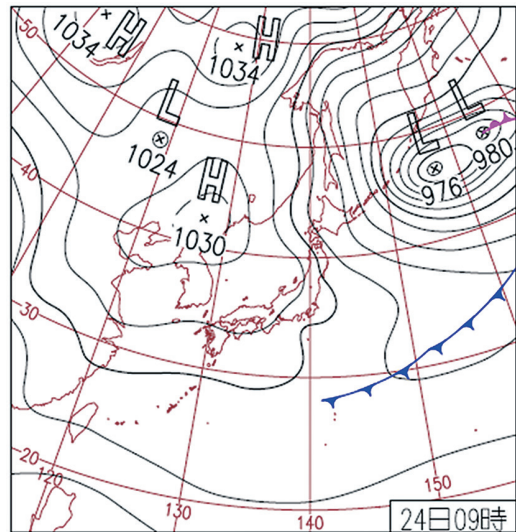


図12 2月24日9時の天気図

出典：気象庁

冷気湖の形成が確認された2月1日には、斜面上部と盆地底とで気温の変化傾向や気温変動の幅に大きな違いが認められたのに対し、冷気湖が確認されなかった2月24日は、斜面上部で気温が一定になることはなく、すべての地点において同様の気温変化を示すことが明らかとなった。2月23日22時、同24日3時および6時の気温の鉛直分布では、すべての地点において時間とともに気温は低下し、気温の逆転が生じなかったことが示された(図14)。

2月23日から24日にかけての風向・風速は、21時から8時までを通して風は弱まることなく1.5～3.5m/sの風が吹き続き、風向は継続して

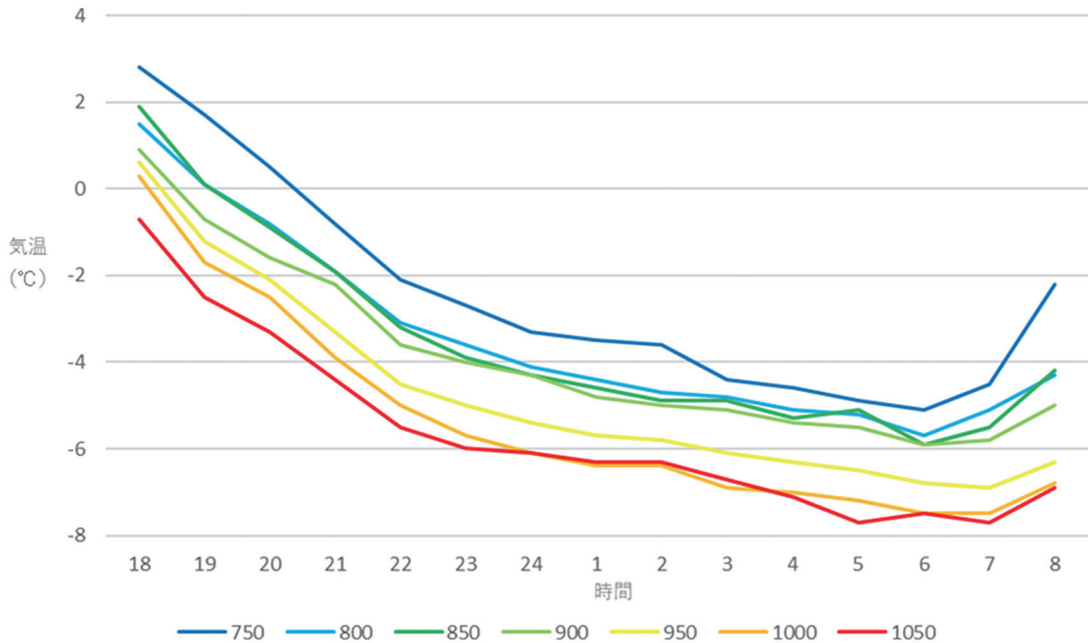


図13 西側斜面における2月23日18時～2月24日8時の気温変化

表4 西側斜面における2月23日18時～2月24日早朝の最高気温、最低気温とその気温差

標高 (m)	最高気温 (°C)	最低気温 (°C)	気温差 (°C)
1,050	-0.7	-7.7	8.4
1,000	0.3	-7.5	7.8
950	0.6	-6.9	7.5
900	0.9	-5.9	6.8
850	1.9	-5.9	7.8
800	1.5	-5.7	7.2
750	2.8	-5.1	7.9

北西または西北西であった。北西からの風であり、風速もやや強いことから、この風は塩嶺おろしであると考えられる。塩嶺おろしが弱まることなく盆地内に吹き続いたことで、大気の安定層が壊され、冷気湖が形成されなかったと考えられる。

2) 東側斜面における2月24日の気温状況

東側斜面における2月23日18時から24日8時までの気温状況は、西側斜面と同様に日没後からすべての地点において時間とともに低下

し、その状況は最低気温となる明け方まで継続した。この時間帯での最高気温と最低気温とを比べると、斜面上部の標高1,050mでは7.9°C、盆地底となる標高750mでは7.5°Cの気温差であった。斜面上部と同下部におけるそれぞれの気温差が同様の数値を示したことは、斜面全体で気温の変化が均等に進行したことを示し、この点についても西側斜面と同様であったといえる(表5)。

また、気温の鉛直分布では、標高850mと標

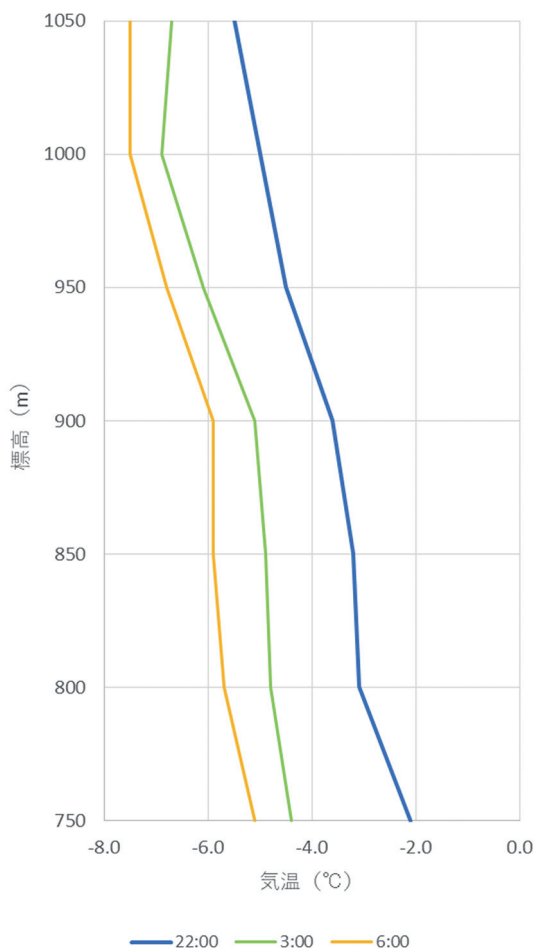


図14 西側斜面における2月23日22時、2月24日3時および6時の気温の鉛直分布

高900mで弱い気温の逆転がみられるものの、2月1日に東側斜面で確認されたような斜面中腹から上部にかけての顕著な冷気湖は生じなかった(図17)。

アメダス諏訪観測所(地点2)における2月23日18時から24日8時の風向・風速は、すべての時間において風速2.0m/s以上のやや強い北西および西北西風であった(図18)。西側斜面においても、日没以降に北西または西北西の風が吹き、特に21時以降に西北西の風が吹く時間が長かった(図15)。したがって、東西両斜面では同じ風向でほぼ同じ強さの風が吹いていたことになる。すなわち、塩嶺おろしが諏訪湖の西側から湖を越えて東側まで吹き下ろしていたと考えられる。

アメダス諏訪観測所(地点2)において北西の風は湖からの風であり、湖から吹く風は湖岸の気温を低下させ、上空に気温の逆転層を形成させる(大久保ほか 2005)。しかしながら、そのような場合の風速は2m/s以下の弱い風の場合であった。これに対し、2月23日~24日の例では、湖方向からの風であることは同様であるが、風速が大久保ほか(2005)の事例に比べて明瞭に強いといえる。この強風によって大気の安定層が壊されてしまい、気温の逆転層は形成されなかったものと考えられる。

以上のように、冷気湖が形成しうる気圧場であったにも関わらず2月23日から24日におい

表5 東側斜面における2月23日18時~2月24日早朝の最高気温、最低気温とその気温差

標高 (m)	最高気温 (°C)	最低気温 (°C)	気温差 (°C)
1,050	0.4	-7.5	7.9
950	0.8	-6.7	7.5
900	1.6	-6.0	7.6
850	1.5	-7.2	8.7
800	2.6	-5.2	7.8
750	3.0	-4.5	7.5

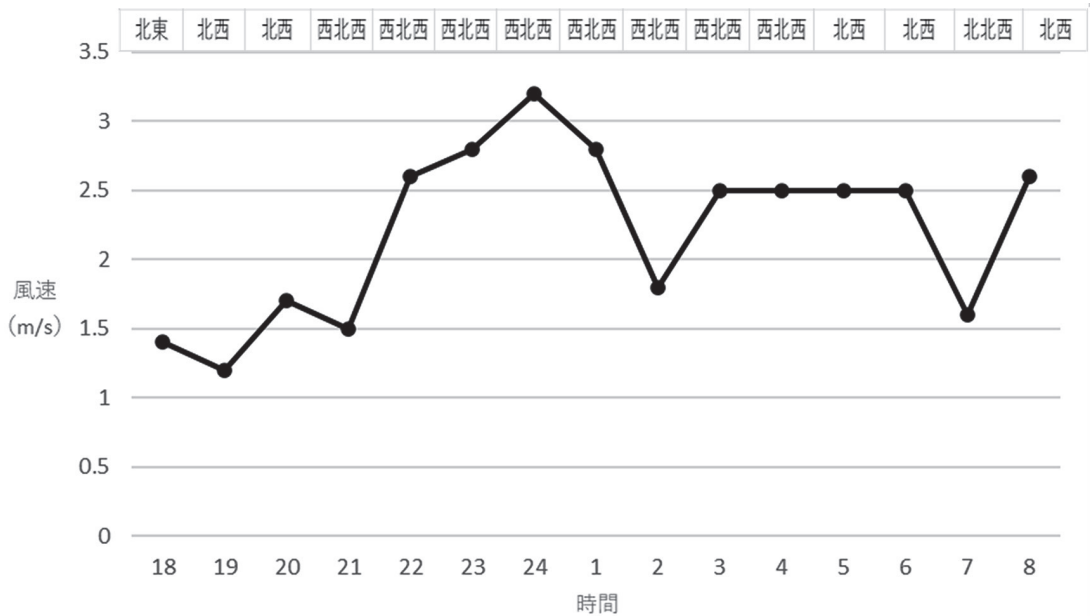


図 15 西側斜面における2月23日18時～2月24日8時の風向・風速
 大気汚染物質広域監視システムのデータより作成

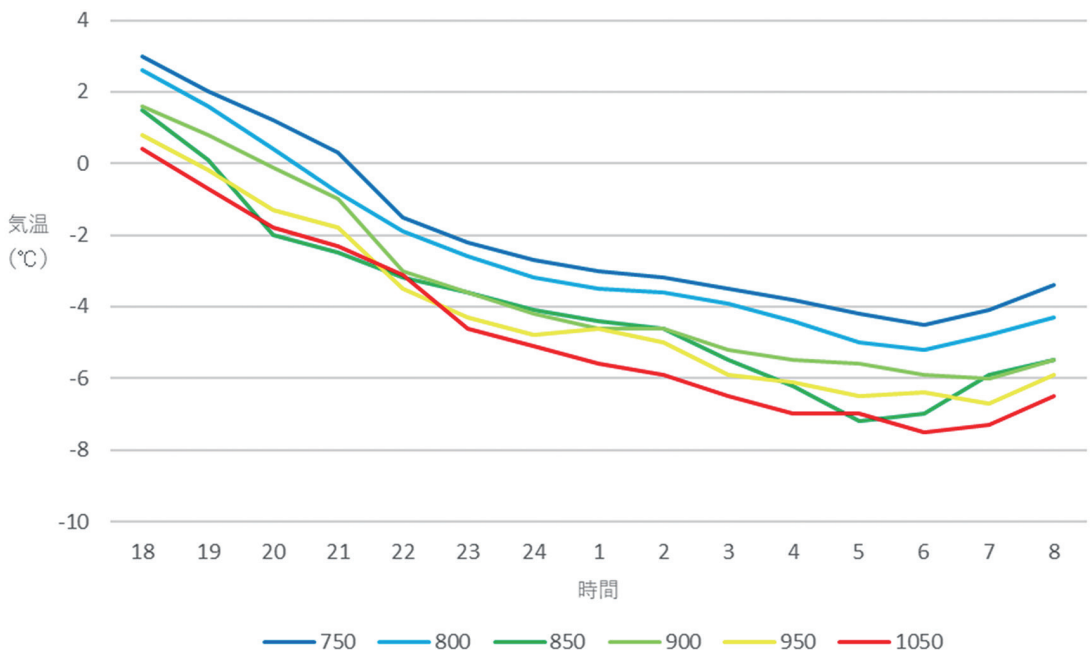


図 16 東側斜面における2月23日18時～2月24日8時の気温変化

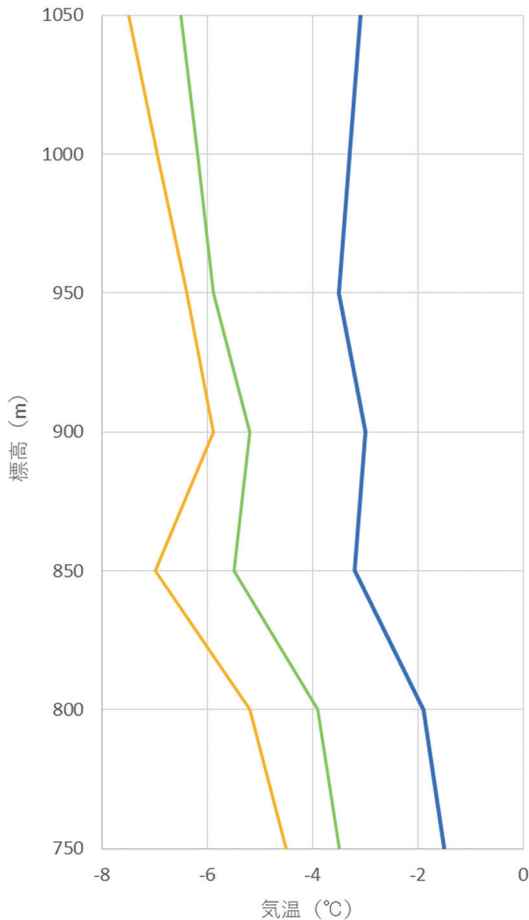


図17 東側斜面における2月23日22時、2月24日3時および6時の気温の鉛直分布

て冷気湖が形成されなかったのは、風速が大きかったためであると考えられる。接地逆転層の形成には風向だけでなく風速も大きく関係していることが明らかとなった。

4. 東側斜面で日中に見られる気温変化の特徴

気温観測の結果から、2月19日の日中に東側斜面において気温の接地逆転層の形成が確認された。

2月17日から強い冬型の気圧配置となり、諏訪地方でも日中に1時間に1～2cmの積雪が観測された。2月18日も冬型の気圧配置が続き、

天候は晴れまたは曇りであったが、積雪はなかった。19日になると、この気圧配置は次第に緩み一日を通して晴れの気候となった(図19)。

2月19日は、前日夜間から明け方にかけては顕著な気温の逆転や冷気湖の形成は確認されなかった。しかし、10時以降に標高750mから標高850mにおいて気温の逆転が生じ、それはその標高帯において16時まで続いた(図20)。地上付近は下層ほど気温が低くなっており、冷気湖が形成されていると考えられる。冷気湖は、気温の逆転がはじまる10時から解消される16時まで一定して標高750m～850mにあり、変動することはなかった。標高850m地点を冷気湖の上端とみなすと、これより下方に約2°Cから4°C低い顕著な冷気湖が存在していると指摘できる。

次に、日中の気温の逆転が発生しなかった事例として2月2日の気温状況について述べる。前日2月1日は明け方までに強力な冷気湖が形成された後に低気圧や前線が接近し、19時から降雨となり、それは2日8時まで続いた。降水量は2日3時に最大となり、時間雨量は5.0mmになった。前線が日本列島を通過した後、冬型の気圧配置で強い寒気が南下し、諏訪地方でも8時以降は天気が回復し曇りや晴れとなった(図21)。

2月2日日中の気温の鉛直分布から、顕著な冷気湖は形成されていないことが指摘される(図22)。しかしながら、標高750m～850mにおける気温差は0.2°C～0.8°Cであり、差がとても小さい。すなわち、顕著な冷気湖が日中に発生しない日であっても、次に述べるように湖岸周辺の気温は湖による冷却効果を受けており、これによって高度別による気温の差が生じにくくなる場合もあると考えられる。

アメダス諏観測所(地点2)では、2月19日の夜中0時から朝7時にかけては風速1.5m/s未満の弱い南東の風が吹いていた(図23)。この地点に吹走する南東の風は陸から湖に向かって

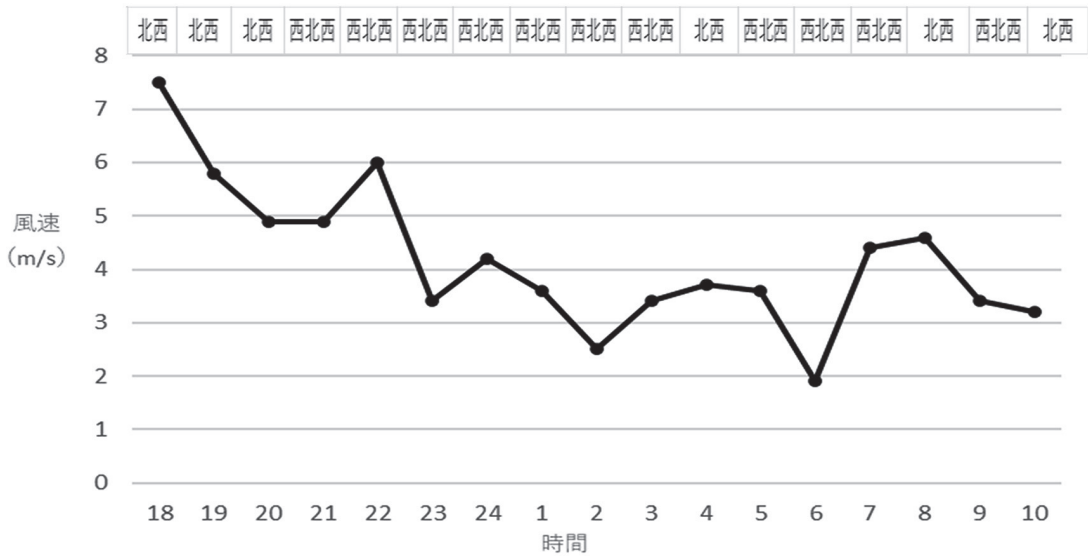


図18 東側斜面における2月23日18時～2月24日8時の風向・風速

アメダス諏訪観測所のデータより作成

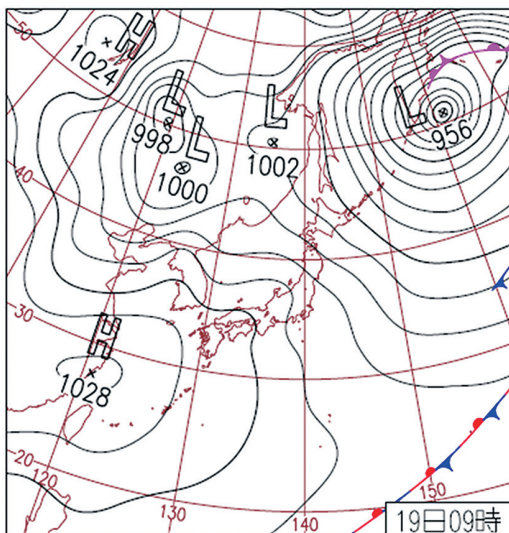


図19 2月19日9時の天気図

出典：気象庁

の風である。すなわち、この時間帯においてアメダス諏訪観測所（地点2）には弱い陸風が吹いていたことになる。その後、8時以降になると風向が変化し、湖からの風となる北西寄りの風が吹き始めた（図23）。諏訪湖では湖風が発生すると、湖風の吹いている地域は吹いていな

い地域よりも低温となることが認められている（吉野ほか 1970）ことから、諏訪湖岸においても、湖風となる北西の風が吹いたことで諏訪湖による冷却効果が発生したと考えられる。これによって、湖岸周辺の気温が低下したことで盆地底には冷気が堆積し、逆転層が形成された。日中は、気温が湖面温度よりも高くなると考えられる。このときに湖上では顕熱・潜熱の輸送によって湖上の気温は低下する。この冷たい空気が湖風によって湖岸周辺に運ばれるために盆地底は冷気の堆積域になったと考えられる。また、風速は8時から10時までは2m/s以下であったが、11時以降は2～3.5m/sのやや強い風となった（図23）。これにより11時以降の湖による冷却効果は促進されたと考えられ、冷気湖内での気温差が11時では1.9℃であったが、12時になると2.0℃、14時では約4.0℃、16時では3.0℃となり、気温差が大きくなったものと考えられる。

一方、日中の気温の逆転が見られなかった2月2日の風向・風速は、2時から4時にかけては、変動しながらも概ね南寄りの風向を示し、

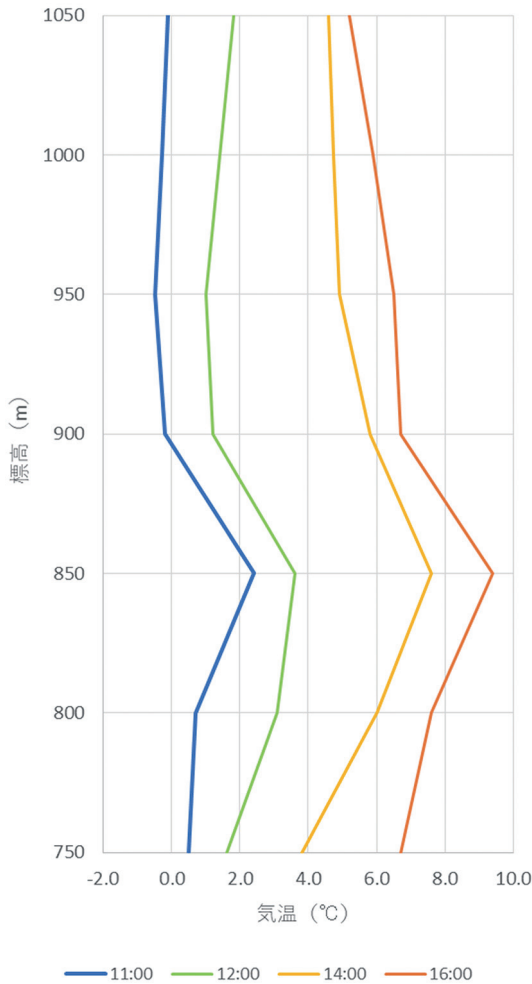


図20 東側斜面における2月19日11時～16時の気温の鉛直分布

風速は1.0m/sと弱かった。その後、5時から10時は北寄りの風となり、風速は平均して約3.3m/sで、前の時間帯に比べ強い風となった。13時から17時にかけては西寄りの風へと変わり、風速は7.0～9.0m/sと強風が吹き続けた。

2月2日は早朝にかけて陸からの風となり、湖による冷却効果は生じず、その後10時までは湖からの風が変わったものの、8時まで降水が生じたことで大気が安定せず、湖による冷却効果は受けていなかったと考えられる。13時以降には西寄りの風となり、湖からの風が吹いた。前日夜から降り続いていた雨が止み、天候

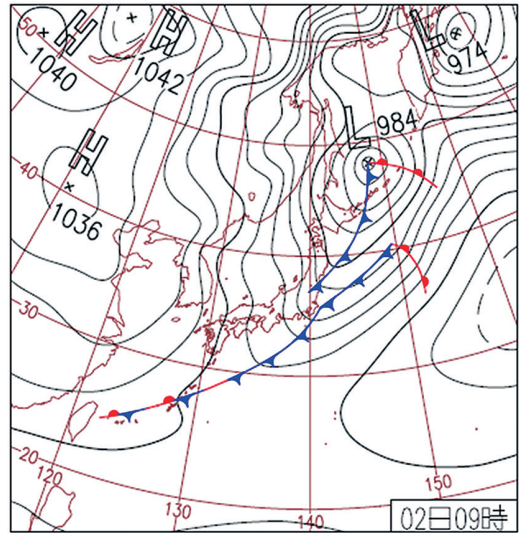


図21 2月2日9時の天気図

出典：気象庁

が晴れとなったことで大気は安定に向かったと考えられるものの、風速がやや強かったこと、この時間以前と比べても風が強くなったことで湖岸の安定層が壊され、冷気湖は形成されなかったと考えられる。これは、風速が強いと大気中の安定層は壊され冷気湖は発達しないとしている近藤ほか(1983)と一致する。これらの要因により、2月2日の日中は気温の逆転は起こらず、冷気湖は形成されることはなかったと考えられる。

以上述べたように、標高750m～850mの標高帯において日中に見られる気温の逆転層については、気温変化の状況や風向・風速の変動の周期が概ね同様な傾向が他の日にも確認された。東側斜面において日中に気温の逆転層が生じない日は、明け方ないしその日の日中に降雨がみられる場合に最も多く、降雪である場合もしばしばあった。これらの日ごとの最低気温は、-1.0～1.0℃となる傾向にある。1、2、3月の日最低気温の平年値はそれぞれ-5.5℃、-5.0℃、-1.0℃であり(表1)、これらと比べると日中に気温の逆転が生じない日は最低気温が高い日であることがわかった。また、夜間から

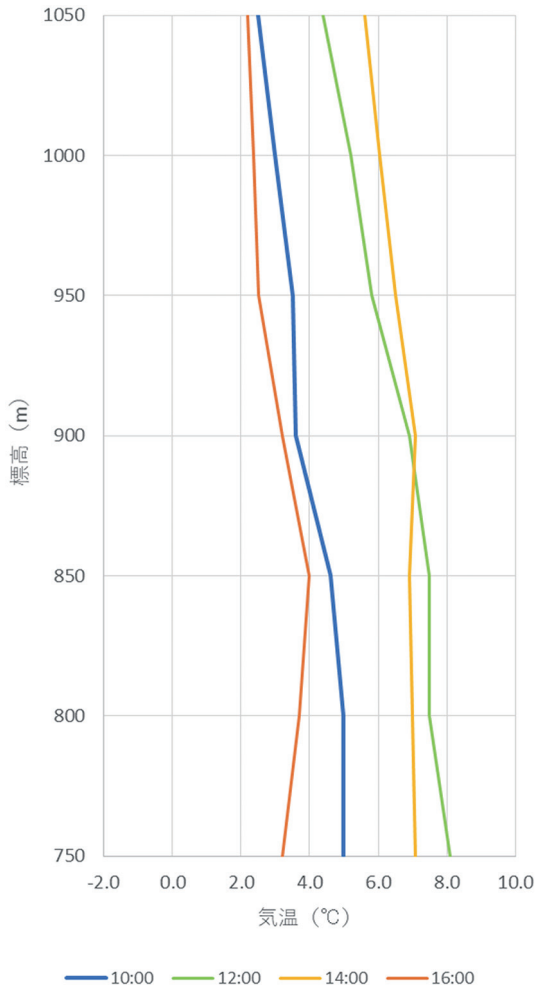


図22 東側斜面における2月2日10時～16時の気温の鉛直分布

明け方にかけての気温の逆転や冷気湖の形成が確認された日・されなかった日に関わらず、日中における気温の逆転は確認されることから、日中の気温の逆転は明け方までの冷気湖の形成との関連性は少ないと考える。これらの結果から、標高750m～850mに生じる冷気層の存在は、東側斜面での日中に見られる気温変動の特徴であると考えられる。

V. まとめ

本研究では、長野県諏訪盆地における冬季の気温分布を明らかにすることを目的として、盆地内に形成される冷気湖や東西斜面で見られる特徴的な気温変化について調査した。その結果、諏訪盆地の気温分布には、風や諏訪湖による影響が大きいことが明らかとなった。

気温の定点観測の結果から、諏訪湖を挟む西側斜面と東側斜面の双方において気温の接地逆転層および冷気湖の形成が確認された。晴れた風の弱い日に冷気湖は形成されており、これは先行研究で明らかにされている冷気湖形成の条件と合致する。

冷気湖は両斜面ともに21時ごろから形成されはじめ、その後は時間とともに厚さを増していき、明け方に最も厚くなる。冷気湖が見られ

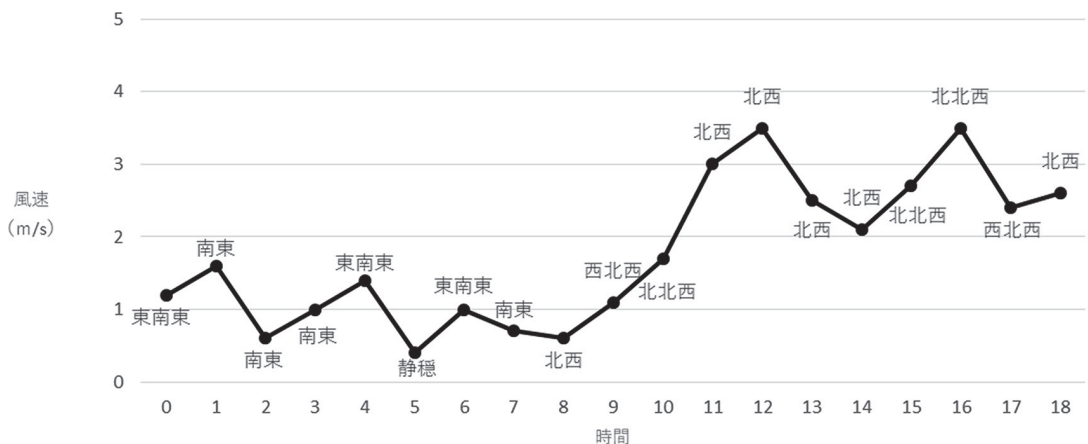


図23 東側斜面における2月19日の風向・風速
アメダス諏訪観測所のデータより作成

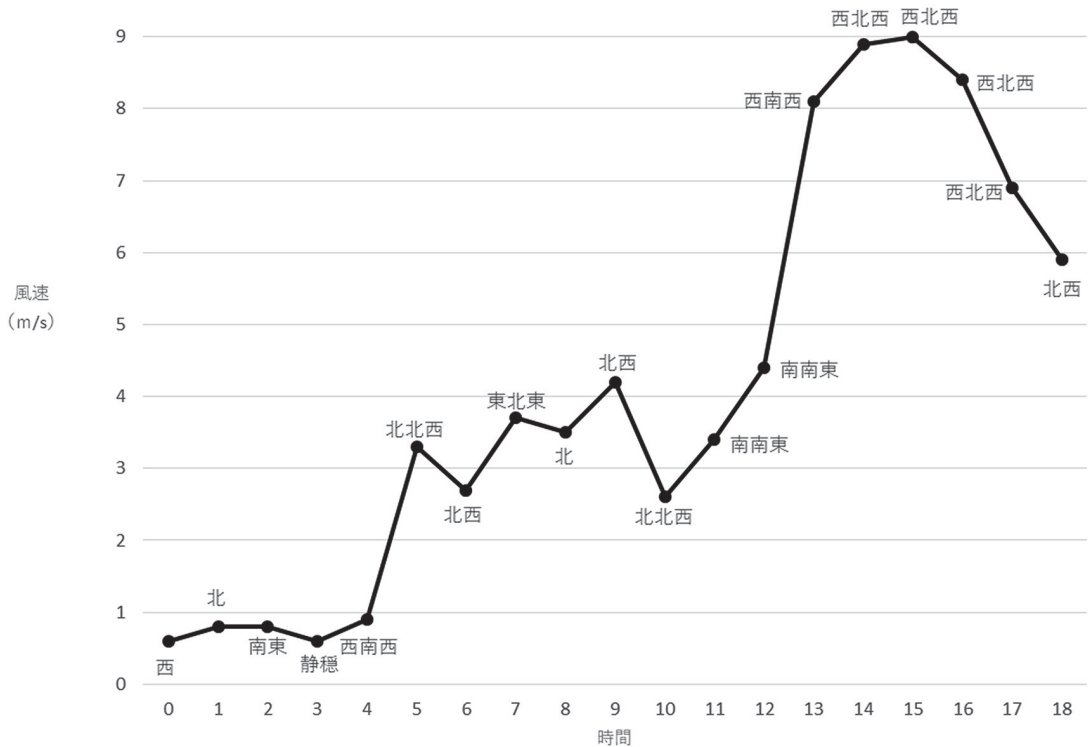


図24 東側斜面における2月2日の風向・風速
アメダス諏訪観測所のデータより作成

る夜間には標高ごとに気温の変動幅に違いが見られ、冷気の供給源となる斜面上部から中部では、冷気が流出することにより、その補償流として暖気が沈降する。これにより、気温変動が小さくなる。これに対して盆地底や斜面下部は、冷気の堆積域となることで、最低気温となる明け方まで気温は低下し続け、気温変動が大きくなるという違いが認められた。

また、諏訪盆地における気温分布には、盆地の北西に位置する塩尻峠から吹き下ろす塩嶺おろしによる影響が大きく、冷気湖の形成に大きな影響を与えている。西側斜面では盆地底から斜面中部にかけて冷気湖が形成され、東側斜面では斜面中部から上部にかけて冷気湖が形成された。東側斜面において盆地底が冷気湖の底部とならなかったのは、夜間から明け方にかけて陸からの暖かい空気を含んだ風が吹走したこと

により、盆地底に冷気が堆積しにくくなるためであると考えられる。風が強いと大気安定層が壊され、冷気湖の形成が進まないことは両斜面において共通する。

東側斜面では、日中の10時から16時にかけて標高750m～850mにおいて気温の逆転層が認められた。この現象は、日中に湖風である北西の風が吹いたことで湖による冷却効果が生じるために発生する。これにより湖岸周辺の気温が低下したことで東側斜面の底部に冷気が堆積し、逆転層が形成されたと考えられる。風が強くなると冷却効果は促進されるが、7.0m/s以上の強い風が吹くと大気安定層が壊され、逆転層は形成されないことも明らかになった。日中に逆転層が形成されなかった日は、天候が降雨の日が多く、降雪の日がそれに続くことも明らかになった。また、夜間から明け方にかけての

冷気湖の形成の有無に関わらず、日中の逆転層は生じたことから、夜間～明け方の冷気湖形成と日中における気温の逆転との関係性は小さいと考えられる。

文 献

- 大久保篤・市川 寿・田中 強・河野智一・藤部文昭
2005. 諏訪湖沿岸で冬季夜間の著しい低温時に発生する気温変動現象. 天気, 52 (4) : 227-234.
- 工藤泰子・田中 博・鳥谷 均・黄 水鎮 1982. 菅平における冷気湖の形成過程. 地理学評論, 55-12 : 849-856.
- 近藤純正・森 洋介・安田延寿・佐藤 威・萩野谷成徳・三浦 章・山沢弘実・川中教子・庄司邦彦
1983. 盆地内に形成される夜間の安定気層 (冷気湖). 天気, 30 (7) : 327-334.
- 鳥谷 均 1985. 長野県菅平盆地における冷気湖の形成と冷気流. 地理学評論, 58-2 : 67-78.
- 中村圭三 1976. 夜間の緩斜面上の冷気流と気温分布

について. 地理学評論, 49-6 : 380-387.

浜田 崇 2001. 長野盆地における局地気候. 長野県自然保護研究所紀要, 4 : 235-242.

吉野正敏・漆原和子・大和田道雄 1970. 諏訪湖の湖風について. 天気, 17 (2) : 55-62.

引用したWebサイトの一覧

<https://soramame.env.go.jp/>

2021年11月23日大気汚染物質広域監視システムそらまめ君HP [ダウンロード]. 環境省

<https://www.data.jma.go.jp/fcd/yoho/data/hibiten/2021/2102.pdf>
2021年7月31日気象庁HP [日々の天気図2021年2月]. 気象庁

<https://www.data.jma.go.jp/fcd/yoho/data/hibiten/2021/2103.pdf>
2021年7月31日気象庁HP [日々の天気図2021年3月]. 気象庁

<https://www.data.jma.go.jp/gmd/risk/obsdl/index.php>

2021年11月25日気象庁HP [過去の気象データ・ダウンロード]. 気象庁

2021年度 国土館大学 地理・環境コース（専攻）卒業論文題目

氏 名	題 目
矢田 翼	1974年～2018年における野川流域の河川改修と浸水域の変遷
阿部 敬胤	COVID-19に対する観光客の意識について
楳田 裕也	千葉県安房地域の棚田を中心とする中山間農業地域における中大型哺乳類の獣害と発生要因
樋口 溪太	大磯丘陵西部におけるイノシシを中心とした分布の現状
樋口 優	東京都における交通事故の発生環境
丸谷 瑳良	刀剣の製作環境と現代の利用方法の関係性
氏家龍太郎	火星における衝突クレーターとエジクト地形の関係 —アマゾニア期とヘスペリア期を対象に—
山口 拓人	赤羽スズラン通り商店街の店舗構成の変化と後継者問題
張 偉瀟	那珂川流域における河成段丘の対比について
大内 隆行	キャンプブームにおけるアニメ作品『ゆるキャン△』が観光客に与える影響について —静岡県西伊豆町と山梨県身延町を事例に—
河南 栞	コンテンツによる観光地イメージの形成要因 —NHK大河ドラマを事例に—
関 航洋	大都市周辺の鉄道廃止が沿線地域に及ぼした影響 —西鉄宮地岳線を事例に—
小林 泰梧	多摩川中流域の魚類群集に対する河畔植生の効果
鈴木なるみ	千葉県における女子高校生の余暇活動の特性
濱崎 敢太	始良カルデラ由来の火山砕屑物における土砂崩壊のメカニズム —透水性と液性限界に着目して—
岡本 稜太	斜面崩壊対策工事の分布と特徴 —千葉県成田市を例に—
曾根 啓史	鉄道路線延伸計画の導入から廃止までの経緯 —千葉モノレールを事例に—
市川 正人	山梨県笛吹市における観光農園の展開と経営特性
櫻井 侑太	練馬区における自転車販売店の立地展開
横山 大樹	首都圏の郊外地域における鉄道利用客数の現状と要因
小島 大智	丹沢山地の鍋割山における登山道の荒廃について —2方面の登山道の比較—
島田 莉奈	治水地形分類図を活用した防災—激甚豪雨災害から命を守る
吉清水秀讓	東京都におけるインターネットカフェの立地展開
木村 優花	外秩父山地大霧山の地すべり地における微地形ごとの植生分布とその要因
池田 優哉	相模川河口付近の漂着マイクロプラスチック分布特性
森田 彩花	房総半島南端野島崎における波食棚の微地形について
横田 奏明	鉄道貨物輸送の品目別地域特性
齋藤圭一郎	埼玉県における潜在的な水害脆弱地域の抽出
本間 菜月	少子高齢化が進む地域での積雪による暮らしの影響 —新潟市南区の交通、除雪を事例に—
安原 雅也	地域の出来事が住民集団の地域の認識に及ぼす影響について —群馬県みなかみ町を事例に—

高橋 菜帆	西伊豆町の地域通貨「サンセットコイン」における地域活性化の現状とこれから
森本 優也	琵琶湖東岸犬上川河口部の地形変化 —三角州掘削工事以後に着目して—
猪狩 郁之	横浜市栄区における生活関連施設までのアクセシビリティの現状
工藤 壮道	中山間地域におけるアウトドアスポーツツーリズムの可能性 —群馬県みなかみ町を事例に—
前田 貴大	1989年～2019年に横浜市で発生した土砂災害について
中村 文彦	横浜市南区における人口変化
佐藤 治朗	中部山岳の志賀高原に分布する泥炭質土層の生成開始期
大澤 直人	コミュニティバスの現状と課題 —神奈川県茅ヶ崎市の「えぼし号」を事例として—
藤江亜由美	長野県諏訪盆地における冬季の気温分布
村上 正樹	横浜DeNAベイスターズと新型コロナウイルス拡大後における地域経済の変化について
仲田 裕哉	石川県羽咋市長手島におけるトンボロの形成について
高橋 秀平	沖縄県南東部大戸海岸におけるサンゴ群落の被覆度の違い —コドラートを用いた地点毎の違いに着目して—
早坂 奨平	鉄道施設とまちづくりの関係性 —新宿駅と新宿駅西口エリアを事例に—
帯金緋茉莉	東京都あきる野市における中・大型哺乳類の分布と獣害 —とくにアライグマ・ハクビシンに着目して—
曾根 聖	米子市皆生工区における離岸堤設置と海浜地形変化
黒田 貴紀	「インスタ映え」する写真にみる観光地の特性—奈良県の観光地を事例に—
渡邊 杏	岐阜県多治見市における夏季の気温分布と高温域の出現メカニズムの検討
井上 翔	GISを用いた避難所の安全性・避難時間の研究 —横須賀市における津波災害を想定して—
中井 夢月	富士火山南麓の大淵扇状地における層序および発達過程
柴田 相良	河口砂洲の変化に与えるダムの規模の影響—名取川と鳴瀬川を例に—
折笠 浩明	日本に在住する外国人と多文化共生の現状—愛川町を事例に—
長谷川文哉	千葉市稲毛区におけるコインパーキングの立地と料金設定
足立 奏典	品川宿・川崎宿・神奈川宿・藤沢宿における歴史的町並みの形成過程と地域的特性について
北川 裕也	中国東北地方ホルチン沙地における砂漠化の経年変化の抽出 —LANDSATデータを用いて—
菊地倫太郎	金武湾における赤土堆積状況
新莊 直利	茨城県神栖市産ピーマンにおける地域ブランディング —諸団体による取り組みと認知度調査を通して—
立石 廉	神奈川県酒匂川扇状地の農業用水路と小河川における水生植物群落の分布と環境要因
王 晨	関東地方における都市気温の経年変化
田中 康陽	近代における地方鉄道の計画と開通

国土舘大学地理学報告 No.31

2023年3月10日 印刷

2023年3月20日 発行

編集 佐々木明彦

発行 国土舘大学地理学会

会長 長谷川 均

〒154-8515 東京都世田谷区世田谷4-28-1

国土舘大学地理学教室内

TEL 03(5481)3231/3232 (事務室)

印刷 株式会社 文成印刷

〒168-0062 東京都杉並区方南1-4-1

TEL 03(3322)4141

<表紙写真の説明>

沖縄県国頭村のサンゴ礁

この画像は、沖縄本島の最北端に近い国頭村くにがみそんの東海岸で、2022年9月にUAV(ドローン)を使って撮影した空撮画像を元に作成している。元の画像データは、高度100mから直下を撮影した約780枚の画像で、これらを接合しその一部分を切り出したものである。画像データには、RTK(リアルタイムキネマティック)により正確な位置情報や標高の情報が付与されているので、三次元画像にすることもできる。この画像では、沖から浜まで300mほどの間に礁斜面、礁嶺、礁原、海浜というサンゴ礁の帯状構造がよく捉えられている。浜に見える帯状の堆積物は、2021年8月に噴火した小笠原諸島、福徳岡ノ場の漂着軽石である。

解説：長谷川均