

第2章 自然環境

| | |
|-----------|---------|
| 第1節 地形・地質 | (事務局) |
| 第2節 水環境 | (川野田實夫) |
| 第3節 気象 | (川西 博) |
| 第4節 植生と植物 | (小田 毅) |

※ なお、第1節 地形・地質については、『別府市誌』平成15年版の記述を元に事務局で執筆を行っている。

第1節 地形・地質

1 地形の概要

別府市及びその周辺地域（以下、「別府地域」とする。）は九州東部に位置し、地質・地形構造的にフォッサマグナ西部から続く西南日本の構造の九州への入口に相当し、また別府－島原地溝の東部に位置する。

別府地域は国東半島と佐賀関半島・大分平野にそれぞれ北と南を挟まれた別府湾の最奥部に位置し、背後に伽藍岳から鶴見岳へほぼ南北に連なる第四紀火山群を持つ。

別府地域の地質はいわば火山活動の歴史であり、それゆえ火山の存在抜きに別府地域を考えることはできない。

また、火山群の前面には大規模な火山麓扇状地の地形が拡がり、その扇状地上に別府の市街地が位置する。扇状地の南北縁はいずれも直線的な崖で限られており、これらの崖が扇状地形成の場に深く関係していることを示している。

このように別府地域は九州の第四紀地殻変動を考える上で、きわめて重要な地域をなしている。

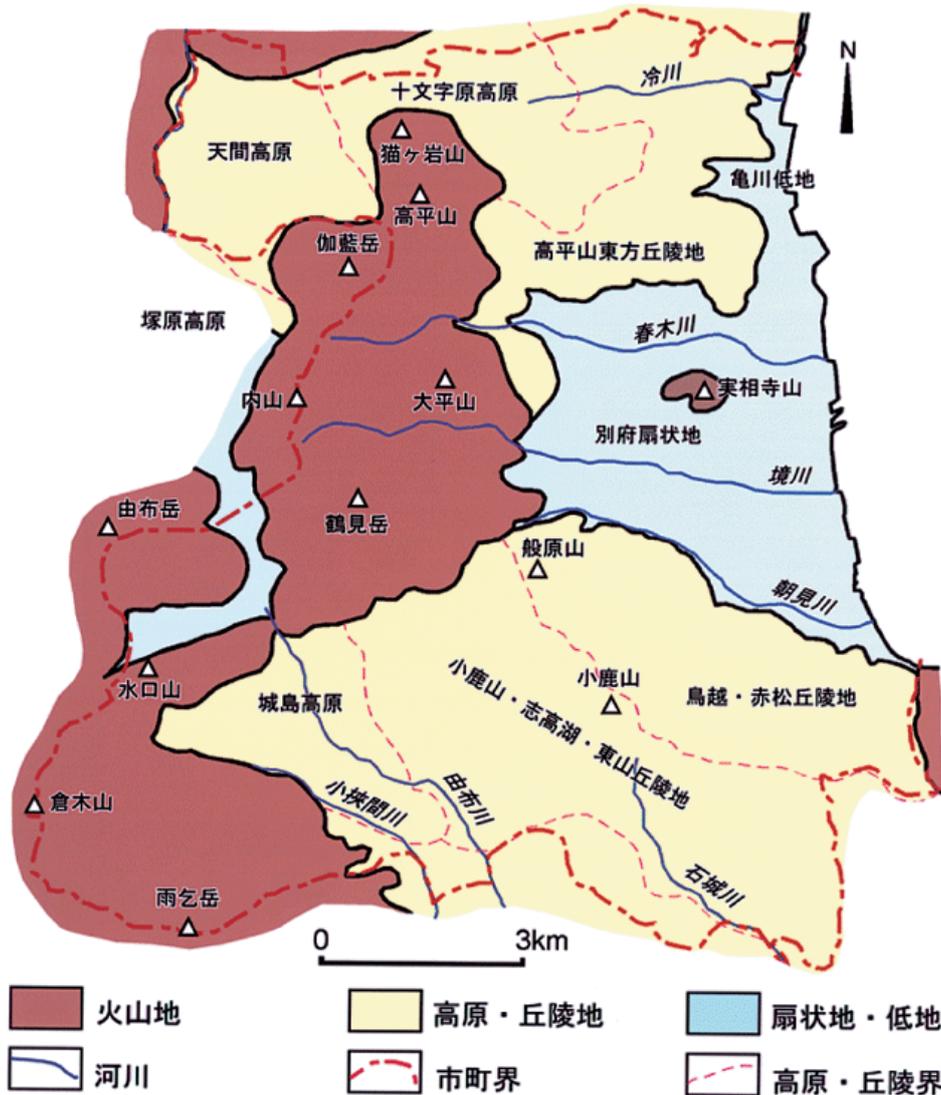


図2.1.1 別府地域の地形地域区分

3 山地の概要

(1) 火山活動と山地の形成

別府地溝帯とその南北の地域では、白亜紀の花崗岩類を基盤として、新第三紀以降の活発な火山活動により、種々な火山岩類が分布している。このうち別府地溝帯北縁の第四紀の火山活動をみると、更新世前期に高陣ヶ尾溶岩 (1.22~1.3Ma) が噴出し、更新世中期には鹿鳴越火山 (0.71Ma)、雛戸山安山岩や西ノ台流紋岩 (0.39Ma) の噴出があり、それぞれ独特の火山地形が形成された。

別府地溝帯の南側では倉木山火山が形成され、むしろ更新世中期以降に活発な活動が始まる。倉木山を構成するのは倉木山安山岩で、K-Ar年代として0.91~0.7Maが得られており、更新世前期の火山活動によって形成されたと考えられている (通産省 1990)。別府市域の火山地形の中では最も古いものである。

更新世中期には、別府地溝帯の南側で小鹿山-雨乞岳火山群が形成される。これは雨乞岳火山、城ヶ岳火山、小鹿山火山などからなる。別府市域では雨乞岳火山、小鹿山火山の噴出物が分布するが、後者はむしろ丘陵的な地形を形成する。

更新世中期の最後に、別府地溝帯の南縁と地溝帯内にかけて高平山-水口山火山群が形成された。これは水口山火山、実相寺山火山、高平山火山からなる。

| 時代 | 地質 (数字は年代値: ×100万年前) | | | |
|------------------|------------------------|--|---|-------------------------------|
| 完新世 | 沖積層 | | | |
| | 扇状地堆積物 | | | |
| 更新世後期 | 段丘堆積物 | | | |
| | 由布-鶴見火山群 | 鬼箕山火山 | | |
| | | 伽藍岳火山 | | |
| | | 鶴見岳火山 | 主火山体噴出物、溶岩円頂丘群、山頂溶岩 | |
| | 由布岳火山 | 主火山体噴出物、側火山溶岩、塚原岩屑なだれ堆積物、池代火砕流堆積物、山頂溶岩 | | |
| 南畑火砕流堆積物 | | | | |
| 阿蘇-4火砕流堆積物 | | | | |
| 第四紀 | 高平山-水口山火山群 | 高平山火山 | 大平山溶岩、高平山溶岩、十文字原岩屑堆積物、鉄輪岩屑なだれ堆積物、松塚岩屑なだれ堆積物 | |
| | | 水口山火山 | 実相寺火山 | |
| | | 水口山火山 | 城島火砕流堆積物、水口山溶岩 | |
| | 小鹿山-雨乞岳火山群 | 小鹿山火山 | 0.46 | 乙原溶岩、小杉火砕流堆積物、鳥居溶岩、東山岩屑なだれ堆積物 |
| | | 雨乞岳火山 | 0.58 | |
| | | 滝尾層 | | |
| | 由布川火砕流堆積物 0.6 | | | |
| | 浜脇層 | | | |
| | 西ノ台流紋岩 0.39 | | | |
| | 雛戸山安山岩・鹿鳴越火山 0.71-0.72 | | | |
| 更新世前期 | 倉木山安山岩 0.91 | | | |
| 高陣ヶ尾安山岩 1.22-1.3 | | | | |
| 新第三紀 | 鮮新世 | 人見岳火山岩類 1.92-2.4 | | |
| | 観海寺安山岩 | | | |

表2.1.1 別府地域の地質層序 (星住ほか 1988、星住・森下 1993による)

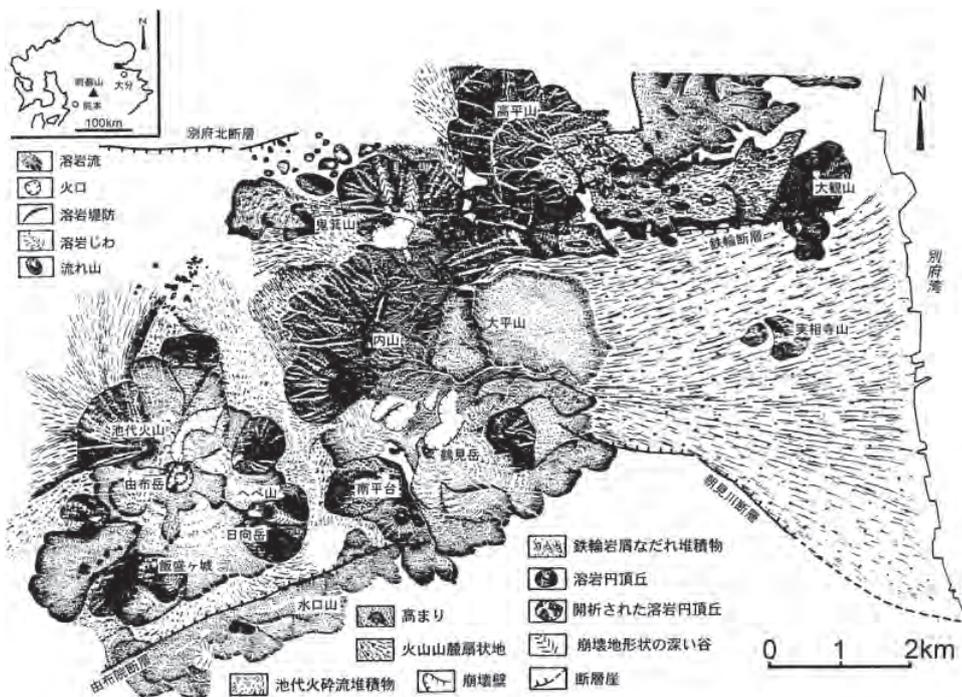


図2.1.3 別府地域の火山地形分類 (千田・加藤 1994による)

更新世後期に開始した山陰系火山活動により、別府市街地の背後には更新世後期の伽藍岳から鶴見岳に連なる火山群、さらにその西方には由布岳が形成され、全体として由布-鶴見火山群が形成された。また由布岳、鶴見岳及び水口山の間には猪瀬戸湿原が存在し、貴重な湿原をなしている。

今回は、対象地域である鉄輪・明礬地域と関連の深い高平山-水口山火山群の地形・地質について以後、述べることにする。

(2) 高平山－水口山火山群

高平山－水口山火山群は更新世中期に形成されたものである。高平山火山と水口山火山は位置的な隔たりがあるが、形成時期とその地質から星住ほか（1998）は1つの火山群としている。

① 高平山火山の地質と地形

伽藍岳東方の高平山（810m）、鍋山等の溶岩円頂丘とその溶岩流によって構成される火山で、東に開いた直径1.2kmの馬蹄形の崩壊地形をもつ。溶岩円頂丘の周囲には、その崩壊によって発生した鉄輪岩屑なだれ堆積物、松塚岩屑なだれ堆積物、十文字原岩屑堆積物の堆積地形がみられる。



写真2.1.1 高平山と崩壊崖

ア 溶岩円頂丘及び溶岩流

伽藍岳北東方の溶岩円頂丘は山頂南東側が崩壊している。溶岩円頂丘の形態が残っている山体には浅い谷がいくつか入っており、山腹に高まりも認められる。溶岩円頂丘の形態は明瞭でない。高平山溶岩は0.55Maの噴出とされている。

イ 鉄輪岩屑なだれ堆積物の堆積地形

高平山火山東方の湯山、内竈、野田、鉄輪一帯は高平山火山東側の崩壊地から供給された鉄輪岩屑なだれ堆積物からなる丘陵地である。高平山東側の馬蹄形崩壊地を供給源とし東方に流下しており、大観山を構成する溶岩円頂丘まで達している。



写真2.1.2 高平山東方丘陵地

堆積物は高平山を構成する輝石角閃石安山岩の岩屑からなる。堆積物表面には大きな高まりがいくつも存在し、その高まりの表面にはたくさんの小さな起伏がみられ、その上部に流れ山地形が認められる。

ウ 松塚岩屑なだれ堆積物の流れ山地形

伽藍岳北西側の松塚一帯に明瞭な流れ山地形をもった岩屑なだれ堆積物の堆積地形があり、その堆積物は松塚岩屑なだれ堆積物とよばれている。堆積物は成層した火砕岩を巨大岩塊にもつ無層理・無淘汰の角閃石安山岩の岩屑からなる。流れ山は大きいもので比高50－60m、直径500mに達し、西北西方向に規模を小さくすることから、供給源は東南東方向と考えられる。星住ほか（1988）によれば、構成岩石の斑晶組み合わせが高平山溶岩と同じで、伽藍岳に西北西に開いた崩落壁がみられないことから、伽藍岳火山形成以前に高平山火山からもたらされたものと考えられる。

② 大平山の地質と地形

高平山火山南方の大平山（792m）をなす火山で、角閃石安山岩と付随する火砕岩からなる。東側山体は緩やかな斜面をなし、浅い谷が多数入っている。山頂西側はかなり開析が進んでおり、急崖をなしている。

③実相寺山火山の地質と地形

実相寺山火山は、角閃石デイサイトの溶岩円頂丘である実相寺山（170.5m）とその北方の大観山（172m）からなる。実相寺山は東西2つの溶岩円頂丘からなり、そのうちの東側の溶岩円頂丘がいわゆる実相寺山である。



写真2.1.3 南から見た実相寺火山

4 扇状地と低地

(1) 別府扇状地の地形と地質

①扇状地の地形と河川

別府扇状地はその北縁を鉄輪断層、南縁を朝見川断層系により限られた地溝的な場所に形成された扇状地で、ここには別府市街地が位置する。扇状地上を流れる河川は北より平田川、春木川、境川、朝見川の4河川であるが、扇状地を形成する主な河川は春木川と境川である。現在の春木川は伽藍岳、内山の東斜面から流下するが、放棄された旧河道のうち自衛隊西方の河道跡は、境川の上流が春木川へ合流していたときの名残であることを示している。すなわち境川の河川争奪により内山、鶴見岳の東斜面から流下する春木川の上流部が奪われたのである。逆に、高平山の崩壊地である湯山から流下する平田川は春木川の上流部を合流させていたが、春木川の河川争奪により奪われて、平田川は名残川的な河川になっている。照波園町、北石垣などは平田川・春木川水系の現在にいたる間の河川統合、河川争奪の結果形成された扇状地である。上人ヶ浜の円弧状三角州的な地形は、この時に形成されたものである。

春木川の上流部を争奪した後の境川は、実相寺山以南の別府扇状地を形成した主体である。一時的に朝見川に合流していたようであるが、それは扇状地の網状流の1つであり、境川扇状地の領域が朝見川まで及んでいることを意味している。逆にいえば、朝見川は別府扇状地の形成にはほとんど影響を及ぼしていないといえる。朝見川の河口部が後背湿地的であるのは、朝見川が断層の低下部を流下する河川であり、堆積物をほとんど運搬していないことを示している。

このように別府扇状地は北縁の鉄輪断層と南縁の堀田－朝見川断層の活動により生じた低所に、平田川・春木川水系と境川水系の河道変遷によりもたらされた背後の伽藍岳～鶴見岳からの供給物の結果現れたといえることができる。また、河川争奪からは、北から南に向かって河道変遷が行われてきたことがわかり、別府扇状地の内部が北から南に向かって低下するような動きが続いていることを示している。



写真2.1.4 別府扇状地全景

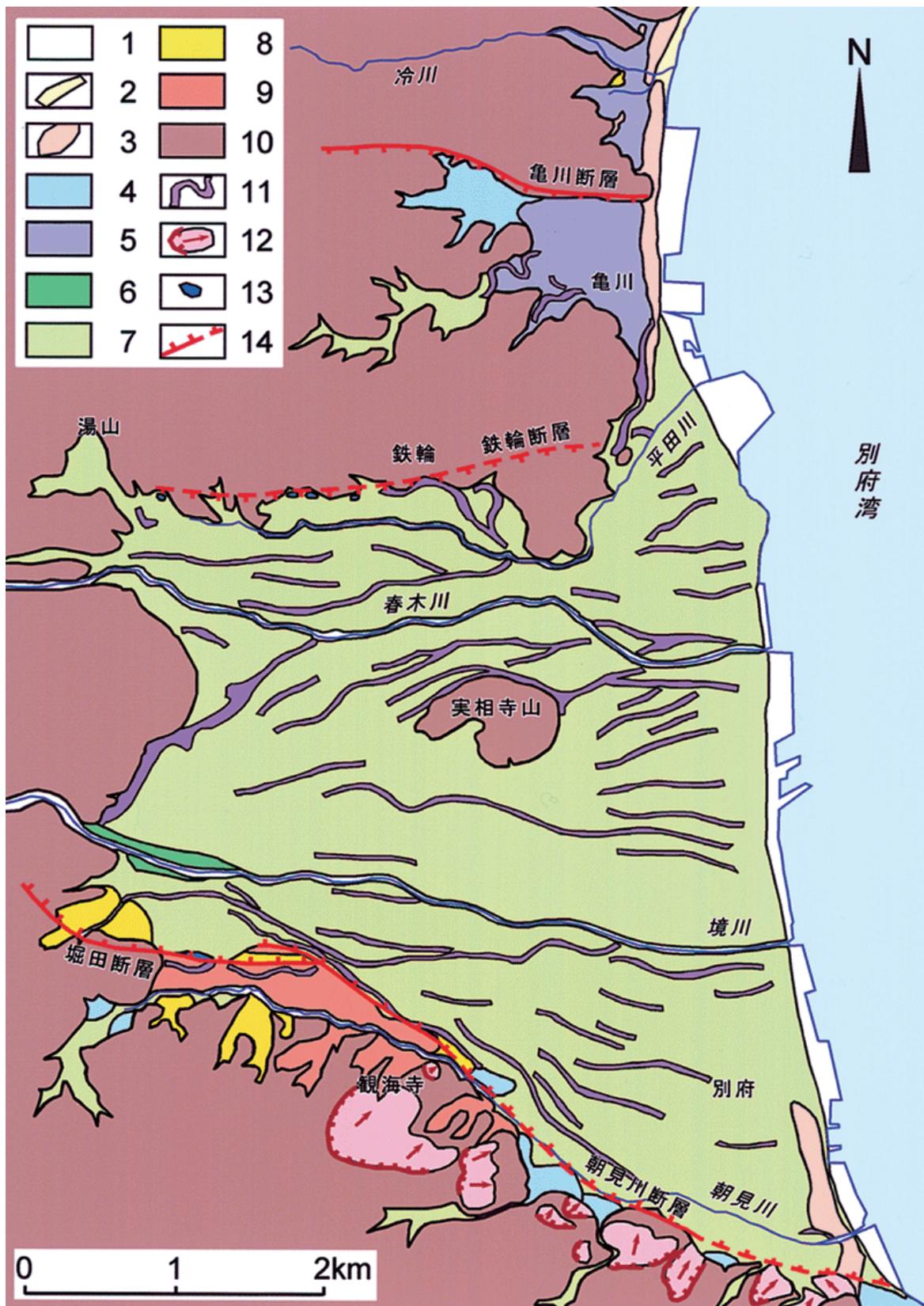


図2.1.4 別府扇状地の地形分類

- 1埋立地 2砂浜 3浜堤 4扇状地 5後背湿地 6最下位扇状地 7下位扇状地 8中位扇状地
 9上位扇状地 10山地 11旧河道 12崩壊地 13凹地 14活断層

②扇状地堆積物と扇状地の形成年代

別府扇状地のうち、堀田から観海寺にいたる扇状地面は最も高位置にあることから高位扇状地面とされたが、その堆積物上部に6,300年前のアカホヤ火山灰層が挟まれており、この扇状地はほぼこの頃に形成されたと考えられる。この扇状地は前述のように別府扇状地の中でも高位のものであるが、その本体をつくる堆積物上部にアカホヤ火山灰層が挟まれることから、別府扇状地全体は非常に新しい扇状地群から成り立っていることがわかる。

ビーコンプラザがのる低位扇状地面は、直径5mに及ぶ巨礫を含む新鮮で乱雑な砂礫層からなり、これはさらに新しく、ごく最近まで流下していた土石流堆積物からなっている。



写真2.1.5 堀田における扇状地堆積物
※中央部の黄白色の地層はアカホヤ火山灰層

③扇状地の断層変位地形



写真2.1.6 朝見川断層

堀田から観海寺にいたる高位扇状地面はその北東側を堀田－朝見川断層で境されており、扇状地面は隆起側にあたる。大分自動車道の工事時に活断層露頭がみられ、そこでは砂礫層中にN80°W, 78°Nの断層面がみられた。この地点で、断層変位量はおよそ19mであり、平均変位速度は3m/1,000年程度で、これからすると堀田－朝見川断層はA級の活断層となる(大分県 2000)。これ以降の扇状地は、堀田－朝見川断層以北の断層活動による低下側に形成されており、それゆえ別府扇状地の主部は常に沈降の場で形成されてきたことが予想できる。

(2) 低地の地形と地質

別府地域の低地は扇状地が主な地形で、いわゆる沖積低地の発達はよくないが、別府湾沿岸部と山間の凹地的な場所に低地が分布する。

別府湾沿岸では古市から亀川にかけての地域に典型的な低地がみられる。ここは浜堤とその背後の後背湿地の組み合わせで特徴づけられる離水海岸である。浜堤は古市から亀川の市街地の位置する部分で、海岸線に平行に延び、かつての湾入を閉塞する湾口砂州として形成されたものである。背後の潟湖(せきこ)は現在ではほとんど消失しているが、温水池(ぬくみ)がその名残である。温水ではかなり最近まで潟湖が残っていたようで、部分的ではあるが、さらに内陸側の浜堤もみられる。亀川では土地の区画整理が行われ、潟湖の跡は不明瞭である。浜堤は別府市南部の北浜から浜脇でもみられ、朝見川の河口付近は後背湿地である。

別府市の海岸は全体的に扇状地が海域まで達した扇状地性の海岸線を示し、特に上人ヶ浜は円弧状の海岸線をもつ扇状地性三角州の様子を呈している。海岸線は地形的に円弧状三角州の形態を示す。これは、春木川扇状地を形成する支流の1つがここで海に注いでいた時に形成された扇状地性三角州のlobe（突出部）の1つである。別府市のほとんどの海岸線は埋立てによる人工海岸であり、その意味から関の江の砂浜海岸と上人ヶ浜の海岸は別府市においては貴重な自然海岸といえる。



写真2.1.7 上人ヶ浜

（3）別府地域の地形の特徴

別府地域は、日本列島という広がりの中なかでみた時に、西南日本の構造が九州に上陸する重要な場所に位置する。この地域は新第三紀以降火山活動の場におかれ、それが第四紀を通じて継続している。

同時に第四紀地殻変動からみても、別府－島原地溝東部の活発な地溝形成の場にある。その意味で、別府湾を含めてすべての地形が火山活動及び地殻変動に関連して形成されたといえる。

別府市街地が位置する別府扇状地は鉄輪断層と堀田－朝見川断層に挟まれる低下部に形成された火山山麓扇状地であり、堆積物は背後の伽藍岳から鶴見岳にいたる火山群の開析によりもたらされた砂礫である。この扇状地の形成にあずかった河川である春木川や境川などはそれらの河道を変化させながら現在の河流を形作っている。

その変化は扇状地の南部がより大きく低下する傾動的な動きの中で、河川争奪の現象が起きることによりもたらされたと考えられる。

第2節 水環境 ー平田川の水系と水質ー

1 はじめに

別府市は今もなお活発な地熱活動が続いている火山山麓扇状地の上に発達した都市であり、市街地と地熱活動の象徴である温泉や地獄が共存している。いわば、地熱地帯の真っ只中に築かれた都市が別府市であり、湯けむり景観はその都市成立要素によって生み出されている。

報告者は、湯けむり景観保存計画対象地域の河川水について調査を行い結果を報告するものである。本来であれば湯けむり景観の成立要素として、河川や河川水がどのように関わり、この景観を維持するためにはどのような手立てを必要とするか、などが調査の目的と期待されるであろうが、報告者の能力ではその期待に応えることはできない。今回の報告は、平成6年5月に報告者らが実施した別府市街地の河川の主要化学成分調査結果と、大分大学教育福祉科学部4年酒井拓哉が京都大学大学院地球熱学研究施設の大沢信二博士の指導を受けて、平成21年8月20日に実施した「別府6河川一斉調査」のデータを元に、調査結果を報告する。

2 別府扇状地を流れる河川水質の特徴

別府扇状地を流れる主な河川は扇状地の南縁から北縁に向けて、朝見川、境川、春木川、平田川、新川そして冷川がある。報告者は、『別府市自然環境学術調査報告書 別府の自然』（別府市 1994）97～99ページ「市街地の河川」で該当河川について主要化学成分から見た水質の評価を行っている。図2.2.1はそれを引用したもので、それぞれの河川で海水の浸入しない最下流の調査地点の主要成分濃度を日本河川の平均値と併記したものである。

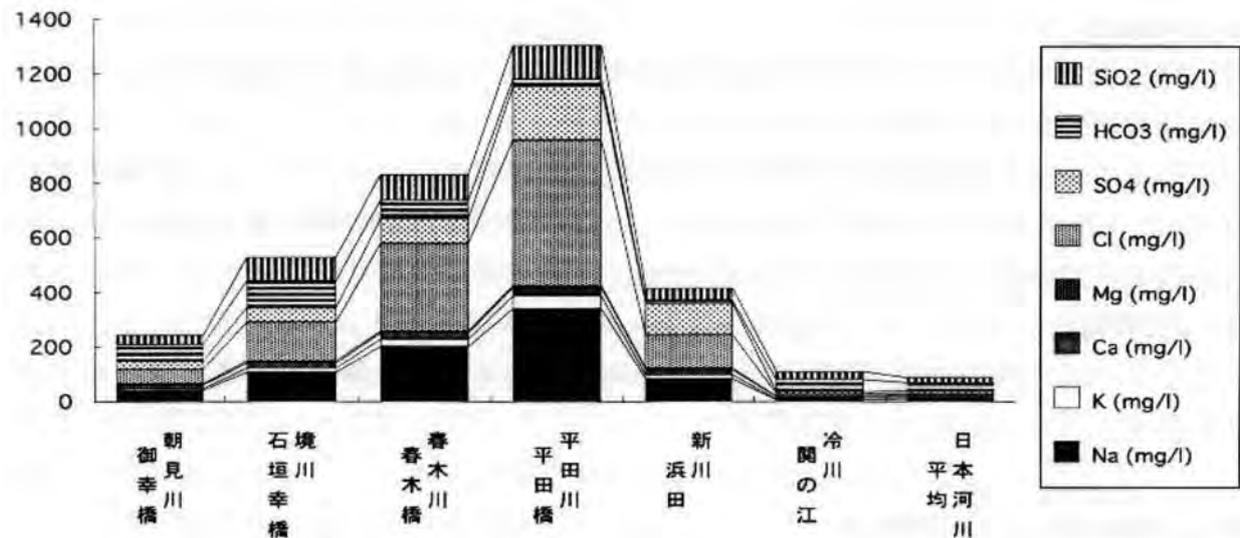


図2.2.1 下流域の主要化学成分（1994年5月5－6日）（『別府の自然』より）

主要化学成分とは河川水や温泉水に比較的多量に含まれる成分元素で、陽イオン成分としてナトリウム、カリウム、カルシウムそしてマグネシウムが、陽イオン成分として塩素、硫酸基、炭酸水素があり、電気的にはほぼ中性なケイ酸がある。これら8成分の合計量は日本の河川水では1ℓ中に50～150mg含まれているのが一般的であり、温泉水の場合はこの値が1,000mgを超えるものも珍しくない。したがって、河川水に温泉水が流入すれば河川水に含まれる化学成分量が高くなる。図1の棒グラフは扇状地中央部を流れる平田川、春木川、境川の値が高く、扇状地の南北の縁に向かうにつれて棒の高さが下がっている。今回の湯けむり景観保存計画の対象地

域・明礬、鉄輪を流れる平田川の平田橋における水温は30.8℃（気温22.1℃）で、ナトリウムイオン342mg/ℓ、塩化物イオン532mg/ℓで他の成分を加えたイオン成分合計量が1,300mg/ℓの値は、この河川水が温泉法で定義する「温泉」で、泉質はナトリウム塩化物泉になる。まさに「湯川」である。

3 平田川の水溫と主要化学成分

図2.2.2は前に述べた酒井拓哉等が実施した平田川の調査地点図で、表2.2.1は主要化学成分の分析値である。

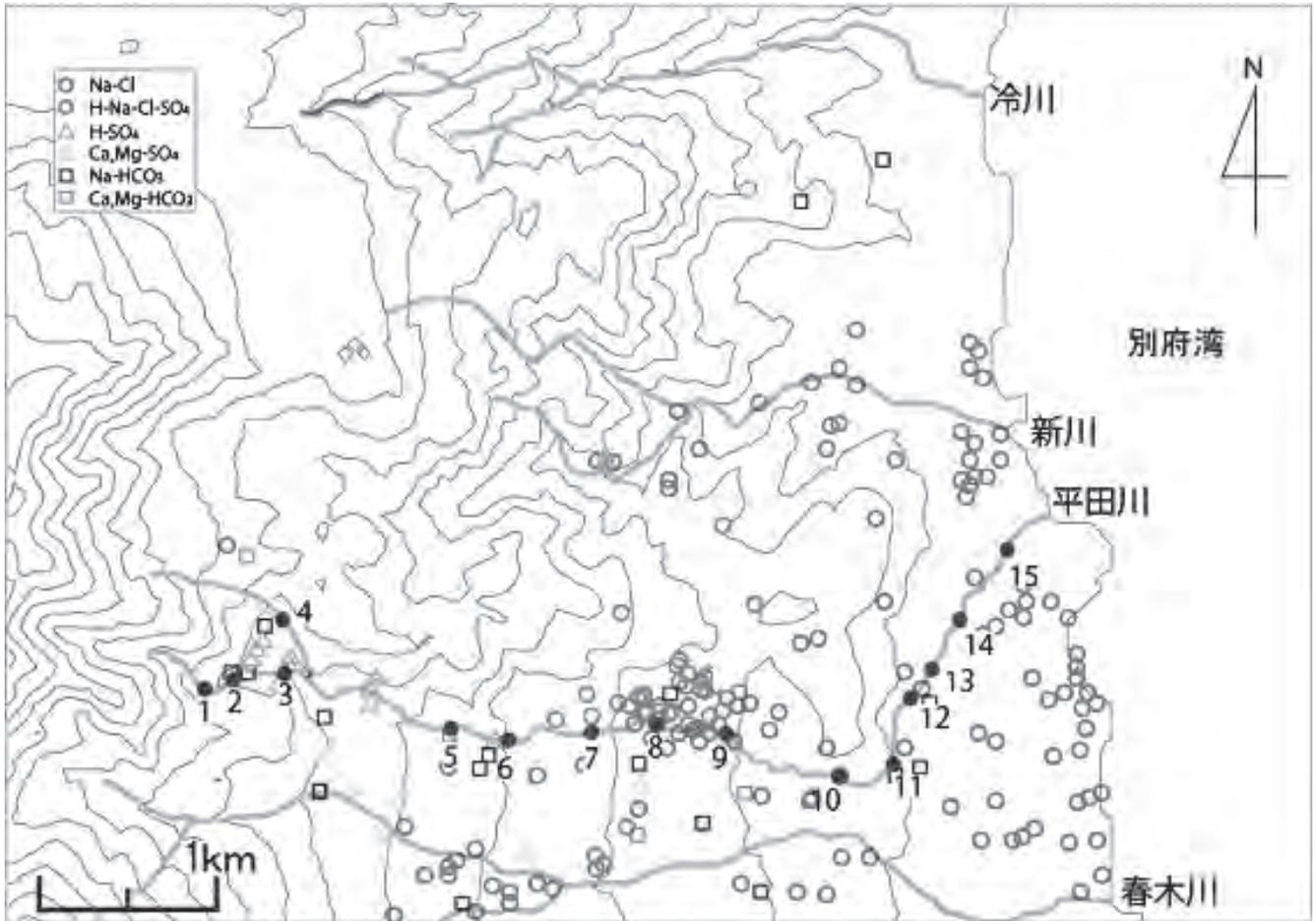


図2.2.2 平田川水系の調査地点
(C1 鍋山麓薬師寺、C4 明礬温泉排水路、C6 共済橋、C10上平田町、C14平田橋、C15亀川四の湯町)

表2. 2. 1 平田川水系水質測定結果 (2009年8月20日)

| 調査地 | 時刻 | °C | | pH | ppm | | | | | | | |
|-----|-------|------|------|-----|-------|------|------|-----|-------|-----------------|------------------|------------------|
| | | 気温 | 水温 | | Na | K | Ca | Mg | Cl | SO ₄ | HCO ₃ | SiO ₂ |
| C1 | 14:50 | 24.4 | 20.2 | 6.9 | 7.0 | 1.8 | 12.3 | 4.7 | 2.8 | 13.3 | 43.6 | 25.6 |
| C2 | 14:08 | 27.3 | 23.2 | 7.0 | 7.3 | 1.8 | 12.0 | 4.7 | 2.4 | 21.8 | 37.7 | 28.2 |
| C3 | 14:21 | 30.1 | 27.0 | 7.5 | 10.5 | 2.7 | 20.1 | 5.4 | 2.8 | 43.6 | 50.5 | 31.6 |
| C4 | 13:25 | 33.0 | 37.2 | 2.8 | 13.0 | 5.1 | 15.1 | 4.5 | 4.6 | 210.6 | 0.0 | 46.0 |
| C5 | 14:33 | 34.7 | 31.3 | 3.4 | 15.8 | 4.4 | 21.9 | 6.3 | 5.3 | 137.3 | 0.0 | 34.6 |
| C6 | 15:10 | 30.9 | 29.6 | 4.4 | 45.7 | 6.7 | 29.5 | 8.5 | 39.6 | 119.7 | 0.0 | 35.9 |
| C7 | 15:58 | 29.6 | 31.5 | 4.9 | 141.8 | 15.9 | 27.7 | 6.6 | 170.7 | 142.9 | 0.1 | 45.7 |
| C8 | 16:07 | 30.3 | 37.7 | 5.1 | 322.6 | 41.9 | 29.1 | 5.7 | 441.9 | 143.8 | 0.3 | 61.9 |
| C9 | 15:35 | 31.8 | 39.5 | 5.0 | 378.3 | 49.8 | 33.4 | 6.4 | 534.9 | 152.7 | 0.2 | 65.2 |
| C10 | 15:45 | 32.7 | 36.1 | 6.7 | 334.4 | 42.2 | 30.8 | 6.4 | 456.8 | 141.0 | 10.1 | 75.8 |
| C11 | 15:31 | 33.0 | 37.0 | 7.5 | 381.3 | 49.6 | 31.6 | 7.0 | 532.5 | 146.0 | 9.7 | 83.1 |
| C12 | 15:17 | 32.7 | 36.8 | 7.7 | 382.4 | 49.7 | 31.5 | 6.7 | 539.0 | 146.7 | 10.8 | 83.2 |
| C13 | 15:06 | 32.3 | 36.6 | 7.9 | 387.1 | 50.7 | 31.5 | 6.7 | 547.2 | 145.7 | 10.2 | 84.4 |
| C14 | 14:53 | 32.9 | 36.6 | 8.0 | 384.0 | 50.2 | 31.8 | 7.2 | 540.1 | 146.1 | 9.5 | 82.6 |
| C15 | 14:05 | 34.2 | 37.1 | 8.1 | 385.7 | 50.1 | 32.1 | 7.3 | 545.5 | 146.3 | 11.3 | 82.2 |

1 河川水温

図2. 2. 3に平田川の流下に伴う水温変化の様態を気温と対比させて示す。

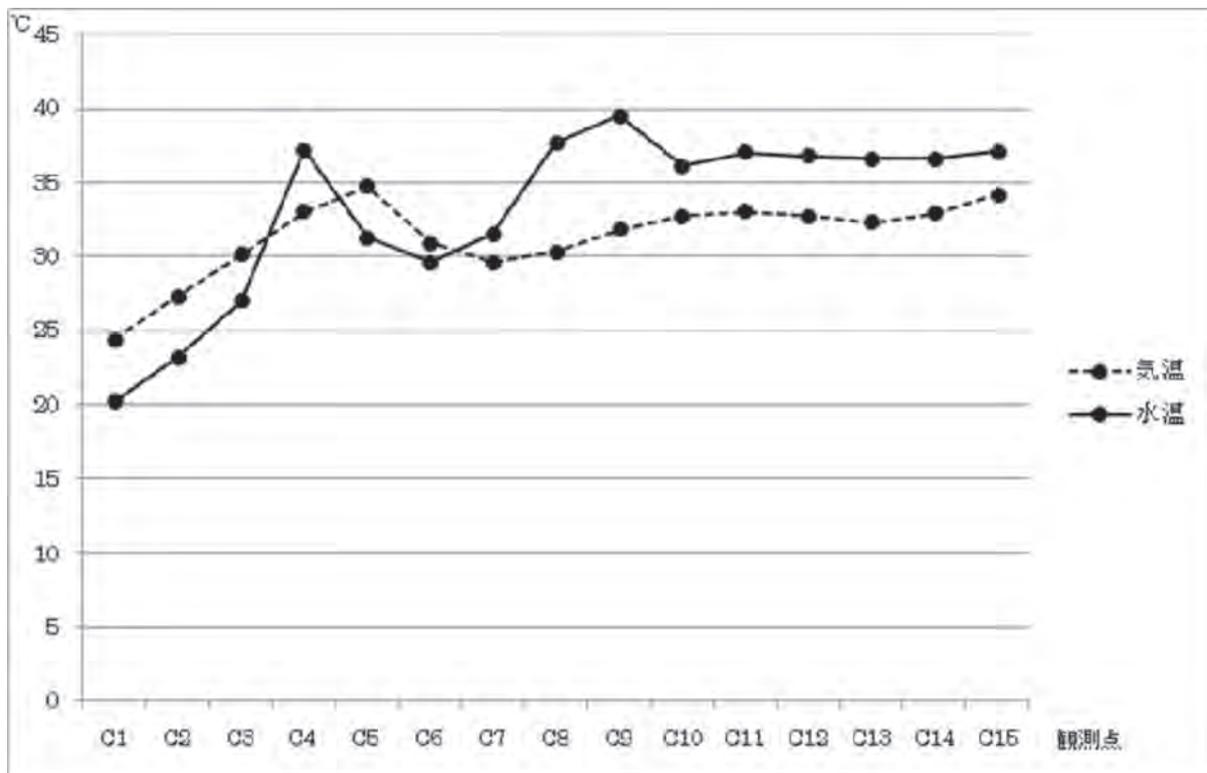


図2. 2. 3 平田川水系の水温と気温の変化 (調査時刻は表2. 2. 1参照)

調査時（2009年8月20日15時）の最上流の調査地点C1の標高約500mの気温が24.4℃、下流のC14（標高10m?）の気温が32.9℃を記録し気温の低減率は約1.6℃/100mになる。この値は一般的な値0.6℃/100mを大きく上回るものであるが、真夏の午後と、別府の地形を考慮すればそれほど異常な値とは思われない。その意味からも各調査地点の気温測定結果は妥当と考えてよい。

気温と水温の関係でみればC1からC6（標高200m）までは水温が気温より低い値を示しているが、それより下流の調査地点は全て水温が気温を上回っている。C4の調査地点は明礬温泉排水路で水温37.2℃と高く気温より高い。一般の河川水は標高の高いところから低いところに流れ、気温は標高が低いほど高くなるので、河川水の水温は気温の影響を受け流下に伴って上昇する。しかし、比熱は圧倒的に水が空気より高いので水温が気温を上回することは先ず無いと言ってよい。しかし別府市の河川水の場合はその「常識」が当てはまらないのである。この図で見れば河川水の水温はC7より下流の全ての地点で気温を上回り、C9（標高100m）のそれは39.5℃と最大値を記録している。この地点こそ湯けむりが多く分布する地点の直下である。湯けむり景観保存計画対象地の河川水は真夏の気温より高い水温を呈していたのである。

2 化学成分

図2.2.4に流下に伴う溶存化学成分量の変化を示す。

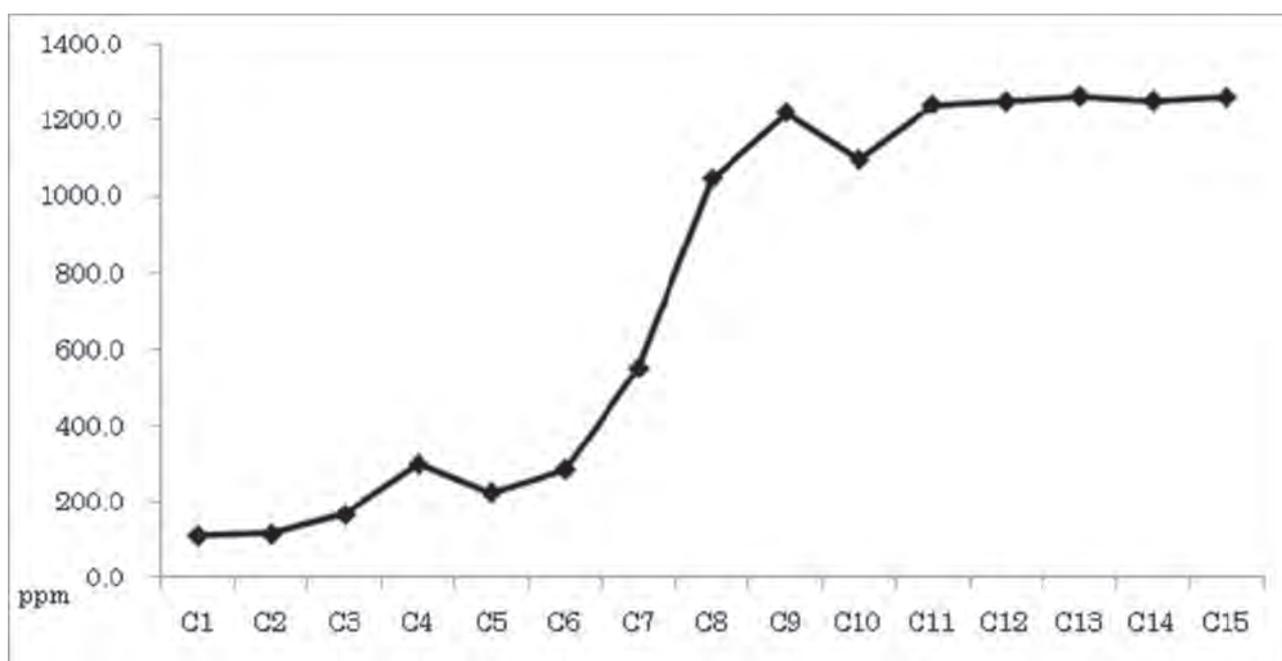


図2.2.4 流下に伴う溶存化学成分総量の変化

前に述べたように温泉等の影響を受けない河川水に溶けている化学成分総量は1ℓ中に50~150mgである。平田川を上流の調査地点から見ていくと、C1、C2はそれぞれ111mg/ℓ、116mg/ℓで、通常の日本の河川水の値を示すが、C3で明礬地区に近くなるとこの値が167mg/ℓと少し高くなり、C4の明礬温泉排水を受けたC5では226mg/ℓと急上昇する。その後流下に伴って漸次増加し、鉄輪温泉の上流C7では552mg/ℓに達するのであるが、鉄輪温泉の下流C9では急激に上昇し1,000mg/ℓを超えている。水温の場合と同様に、湯けむり景観保存計画対象地区・鉄輪温泉地区は平田川の水質を急変させているのである。C10より下流は多少の増減はあるがほぼ1,250mg/ℓ内外の値を保っている。

図2.2.5は各調査地点C1、C4さらにC9の水質組成をヘキサダイアグラムで示したものである。C1は温泉

の影響が無い河川水の水質組成を示しC4は硫酸イオンが高く、酸性で炭酸水素イオンを含まない明礬温泉の特徴をよく表している。C9は鉄輪温泉から大量のナトリウム塩化物泉が流入し河川水の水質組成が温泉の化学組成に大きく変化したことを示している。

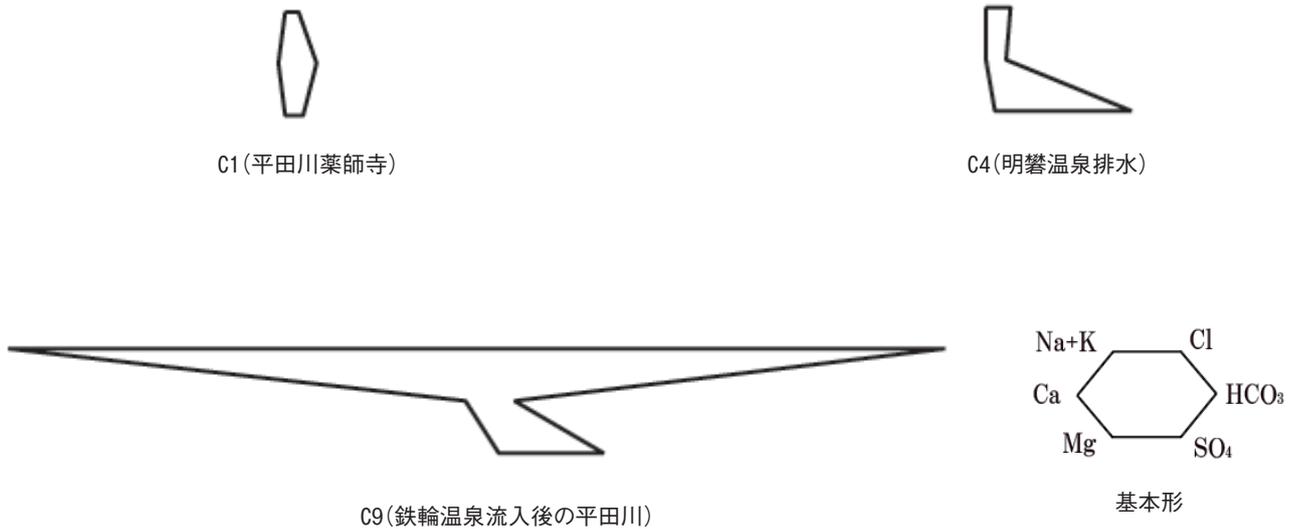


図2.2.5 C1、C4及びC9地点のヘキサダイアグラム

4 終わりに

今回平田川について流下に伴う水温変化と、化学成分総量の変化を中心に述べた。湯けむり景観保存計画対象地区である明礬と鉄輪の温泉群と河川水との関係を見れば、明礬温泉はさほど河川水に影響を与えていないが、鉄輪温泉は温度、化学成分共に河川水に大きな影響を及ぼし、平田川の河川水を「温泉」に変えている。まさに湯けむりの里は、別府音頭の「湯川に湯滝」を生んでいる。

最後に貴重なデータを提供下さった、京都大学大沢信二博士、大分大学学生酒井拓哉君に心から感謝する。

第3節 気象

今回の調査において、別府市鉄輪の大分県花き研究指導センター（現在の大分県農林水産研究指導センター農業研究部花きグループ）より、気象資料の収集等につき、多大のご協力をいただいたことに、まず深甚の謝意を表す。

1 気候の概要

別府扇状地は、由布・鶴見山地から東向きの斜面をなして、東西約4km、南北約5kmにわたって広がり、別府湾に接する。この斜面の勾配は、別府市街地の海岸近くで0.06、山側に向かって0.075となり、市街地の西の端から鶴見岳中腹にかけては0.15から0.35に増大する。鶴見岳は標高1,375mであり、海岸から僅か7kmのところを聳える。

この地域の気候は、基本的には瀬戸内型であり、中国山地や四国山地、あるいは九州山地に囲まれて、夏冬の季節風の影響が弱められ降水量が少なく、海陸風が卓越するなどの特徴を持つ。しかし、西日本の中でも大分県は、太平洋沿岸型と日本海沿岸型、および瀬戸内型など異なる気候型が相接する位置にあって複雑であり、気候区の遷移域としての性格が強い。

このような西日本の気候分布の概要を示したのが図2.3.1である。太平洋沿岸型気候ではその特徴として、夏に太平洋からの季節風の影響により雨が多いが、冬には北西季節風が遮られて晴天傾向が強い。一方、日本海沿岸型の場合、冬に降水量・降水日数が多くなる。九州型というのは、日本海沿岸型の延長上にあると見られるが、特に梅雨期に東シナ海から流入する水蒸気の影響を強く受け、豪雨災害がしばしば起る。瀬戸内型は太平洋沿岸型と日本海沿岸型の間に挟まれ、年間を通じて降水量が少なく、海陸風が卓越するなどの特徴を示す。また瀬戸内型では、東部の岡山県や香川県で年平均降水量1,200ミリほどと少ないが、西の方に向かって次第に増加する。大分県の沿岸部では1,500～1,600ミリとなり、さらに内陸の山岳部に向かっては、2,600～3,000ミリを超えるようになる。

図2.3.1に示したように、大分県では、以上4つの気候型が相接して、気候区の遷移域としての性格が強いが、県内での降水量の分布や年変化の形などを詳細に調査し、気候区分線の走行位置を求めることができる。

その結果を示したものが図2.3.2である。それによると、大分県はABおよびCDの2本の区分線によって、4つの気候型に分けられる。その場合、これらの区分線には、若干の幅を考えねばならないことは勿論である。

まず、線ABは耶馬溪付近から院内および別府を通り、臼杵半島に抜けるもので、この線の北側は降水量の少ない瀬戸内型であり、南側は降水量の多い非瀬戸内型である。AB線は年平均降水量がほぼ1,800ミリの等値線に相当している。



図2.3.1 西日本の気候区分（斜線部は遷移域）



図2.3.2 大分県の気候区分

次に、線 CD は大分空港と竹田市付近を結ぶもので、この線の東側は冬季の天候が良好であるが、西側は冬季に降水日数が多い。すなわち、この CD 線は太平洋沿岸型と日本海沿岸型とを分ける重要な区分線である。

こうして図2.3.2のように大分県は、瀬戸内型（Ⅰ）、瀬戸内型（Ⅱ）、太平洋沿岸型および内陸山地型という、4つの気候型に区分される。特に大分県の中中部では、各気候型が相接している点の特徴である。

別府市の地域に注目すると、鶴見山塊を境として別府扇状地など東半分が瀬戸内型（Ⅰ）、西半分が内陸山地型となっている。

瀬戸内型（Ⅰ）というのは、年間を通じて降水量は少ないが（1,800ミリ以下）、冬季には降水日数が多く、日本海沿岸型の傾向の強いタイプである。また、内陸山地型は年間2,000ミリ以上の降水があり、冬季には雨や雪を多く見るものである。

表2.3.1は別府市の気候をまとめたものであり、年平均気温は17℃、8月上旬に最高気温が現れ、1月下旬に最低気温となる。年平均湿度は約67%、初夏から夏にかけて高く、冬季に低下している。日照率は梅雨時に最低、冬から春にかけて高くなっている。

| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 年 |
|---------|-----|-----|-----|------|------|-----|-----|------|-----|------|------|-----|------|
| 気温(℃) | 6.4 | 7.5 | 9.9 | 15.1 | 19.5 | 23 | 27 | 28.2 | 25 | 19.5 | 14.3 | 8.8 | 17 |
| 湿度(%) | 60 | 61 | 62 | 63 | 68 | 74 | 74 | 74 | 73 | 68 | 67 | 61 | 67.1 |
| 日照率(%) | 47 | 51 | 51 | 51 | 43 | 33 | 41 | 47 | 42 | 49 | 49 | 51 | 46.3 |
| 降水量(mm) | - | - | - | 130 | 199 | 246 | 331 | 254 | 240 | 118 | 101 | - | - |

(降水量はアメダスの記録による)

表2.3.1 別府市の気候（別府市統計書（2009）より）（2003～2008）



図2.3.3 1月（左）と8月（右）の降水日数分布（日）

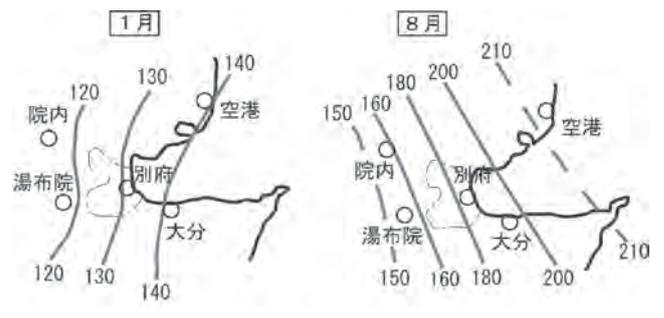


図2.3.4 1月（左）と8月（右）の日照時間分布（時間）

図2.3.3および図2.3.4は、別府地域を中心に、1月と8月の降水日数および日照時間を示したもので、冬季と夏季の気候の差異が明らかである。すなわち、それぞれの等値線は、冬季には北北東から南南西に向けて密集して走り、瀬戸内型（Ⅰ）の地域で、北西季節風の影響が大きいことがわかる。これにより、日本海沿岸型と太平洋沿岸型との対比が明確な形で示される。また夏季には、等値線は北西から南東の方向に走り、海側から内陸側に向かって雲の出やすい状況が示されている。

図2.3.5は別府地域の年平均降水量分布を示したもので、今回の調査地域である鉄輪温泉は、標高約250mで、年平均ほぼ1,800ミリの降水量があり、ここからさらに標高1,300～1,500mの由布・鶴見山地に向けて、2,200～2,300ミリまで増加する。



図2.3.5 別府地域の年平均降水量分布（ミリ）

2 海陸風の効果

海に面した別府扇状地では海陸風が卓越する。昼間は日射を受けて暖まった空気が斜面上昇風（海風）となり、夜間には放射冷却により発生した冷気が斜面下降風（陸風）を形成する。図2.3.6は、別府市鉄輪の大分県花き研究指導センターにおける季節別、昼夜別風配図である。これによると、昼間の東よりの海風は北東から南東にかけて、かなり広く分散しているが、夜間の陸風は西～西北西に集中している。これは、気層が昼

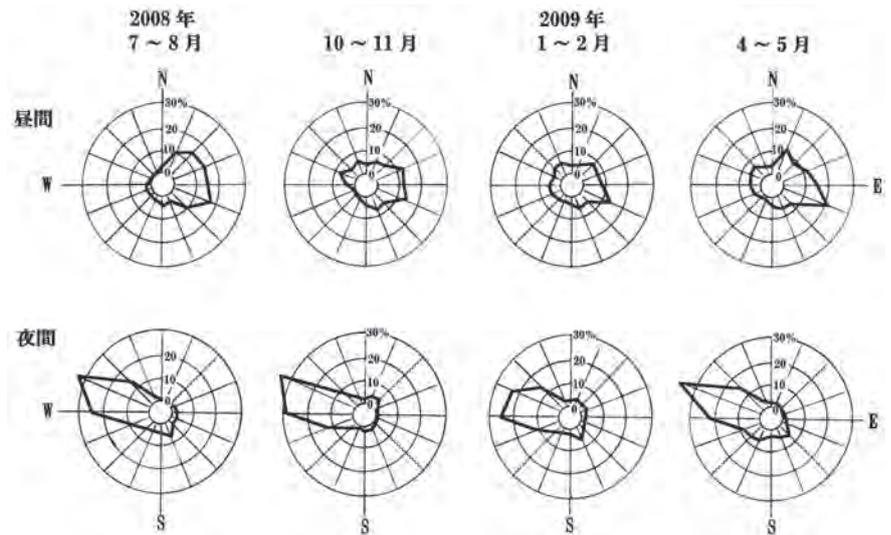


図2.3.6 鉄輪地区の季節別・昼夜別風配図（花き研究指導センター）

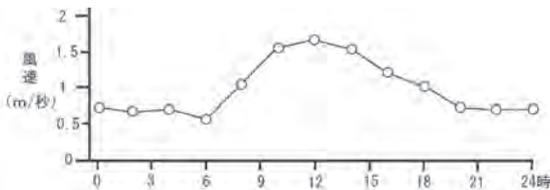


図2.3.7 風速の日変化

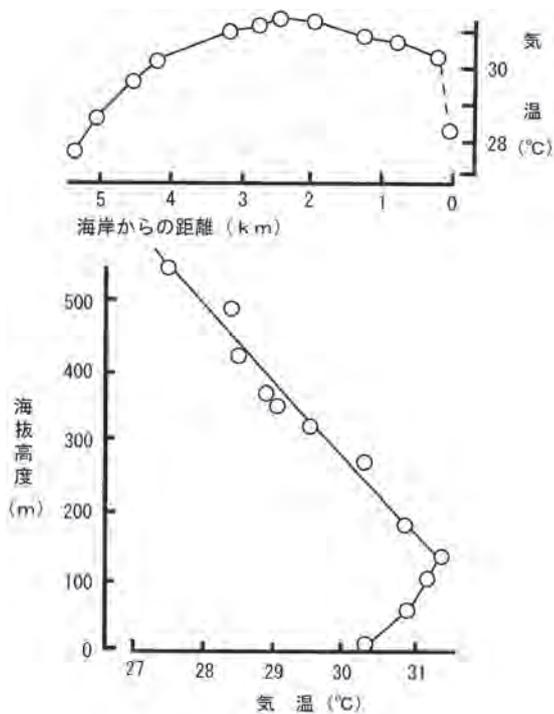


図2.3.8 別府扇状地における昼間（夏）の気温分布

間には下方からの加熱によって不安定化するのに対して、夜間には放射冷却で安定化し乱れが少なくなるためと考えられる。

夜の陸風から朝の海風に移行する時刻は、夏季には7～8時頃、冬季にはやや遅くなり、9時頃である。また夕方の海陸風の交代時刻は、季節を問わず18時頃である。

風は昼間強く、夜には弱まる。別府扇状地における風速の日変化を図2.3.7に示した。これによると風速は、昼間は1.5m/秒ぐらいであるが、夜には1m/秒以下となっている。

別府扇状地における気温の分布は、海陸風の影響を強く受ける。昼間吹き上がる夏季の海風による気温分布は、図2.3.8（上・下）のように上陸後、内陸に向かい加熱昇温する。海岸線から2～2.5km付近で海拔高度150mに達して、気温は最高となる。以後高度が増すと気温は次第に低下するが、そのときの気温減率は100mの上昇について約1℃であり、乾燥断熱減

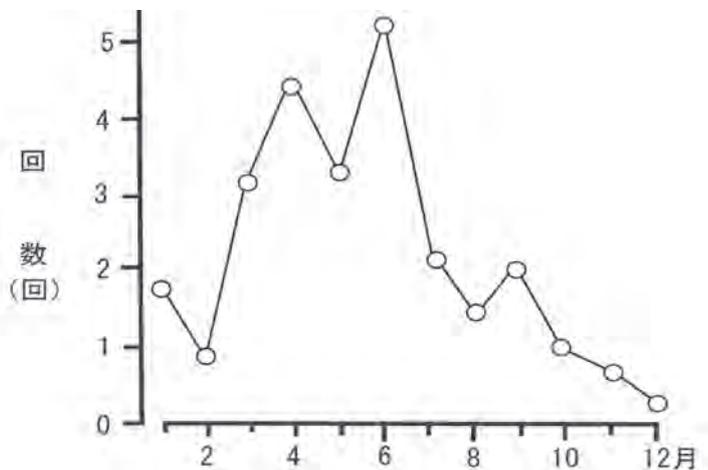


図2.3.9 大分自動車道（別府・湯布院間）通行止め回数

率とほぼ一致するので、海風の断熱的上昇が気温分布を決定すると考えられる。一方夜間には、斜面に沿う陸風の下降によって、100mにつき1℃ほどの上昇が見られるので、これも同様に断熱昇温効果によると考えられる。

昼間、湿度が高い日などには、別府湾から鶴見岳山腹に向けて湿った空気が吹き上がり、雲や霧の発生を見ることが多い。大分自動車道は別府・湯布院間では、高度250～400mの高原を通っており、車の通行が霧の影響を受けることになる。図2.3.9は、別府・湯布院間で大分自動車道が通行止めとなった月別の平均回数を示す。

それによると、梅雨時の6月が最も多く、月間5.3回に達している。これは、霧の発生による視界不良が原因である。1～2月頃の通行止めは路面凍結によるものである。

図2.3.10は、別府湾沿岸で気温が20℃のとき、85～90%という高い湿度の空気が扇状地を吹き上がった場合の凝結高度を示す。たとえば、高度250mで凝結し雲や霧が発生するのは、沿岸付近から湿度88%の風が吹き上がったときである。

高速道路における霧発生を予報するためには、沿岸部の風速・風向および湿度のモニターを行えばよい。さらに、その結果の通報システムの構築が重要である。

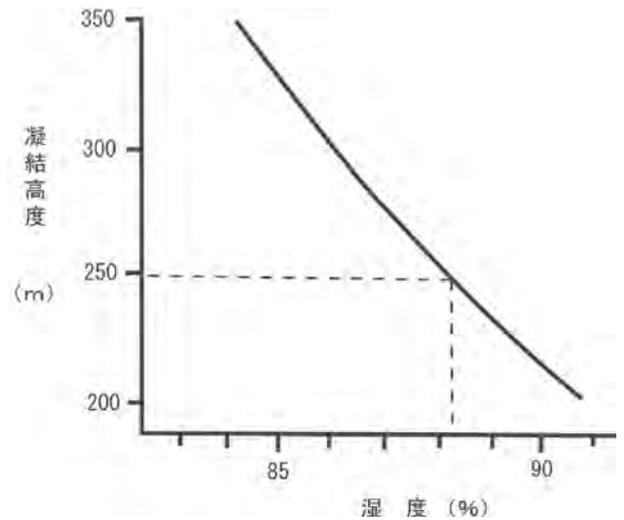


図2.3.10 別府扇状地における凝結高度

3 湯けむりと気象条件

湯けむりは、地下から噴出する高温の水蒸気が、大気中に出て急速に冷やされ、凝結して細かな水滴となって立ち上がったものである。これら水滴は、次第に蒸発し消えて行く。したがって、湯けむりがよく見えるかどうかは、その時の大気の気温や湿度、風など、水滴を蒸発させる条件に依存するほか、空気の清澄度にも関係する。

鉄輪地域の湯けむり景観と気象条件との関係については、別府市在住の黒木一暎氏の詳細な調査がある。その結果を要約すると、湯けむりがよく見える条件として第一に、湿度の高いことが挙げられている。湿度が高い時には、湯けむりの水滴が蒸発しにくいからである。

黒木氏によると、梅雨時の6～7月には湿度の高いときによく見える一方、秋から冬にかけては、湿度がやや低くてもよく見える日があった。また、朝夕の湿度の高いときにもよく見えた。しかし、快晴の日にはよく見えないことが多い。季節的には、春は見えにくいことが多く、色も灰色がかって美しくない。冬は湯けむりの色が真っ白で美しいが、風が強いと消されてしまう。冬によく見えるのは、気温が低いので水滴の凝結量が多いから

| 期 間 | 気 温 | 湿 度 | 水蒸気密度 | |
|-------|------|------|---------------------|------|
| 2009年 | (°C) | (%) | (g/m ³) | |
| 1月 下旬 | 6.1 | 72.1 | 5.3 | |
| 2月 上 | 8 | 66.4 | 5.5 | |
| | 中 | 9.8 | 53.2 | 5 |
| | 下 | 8.4 | 74.4 | 6.3 |
| 3月 上 | 8.8 | 67.7 | 5.9 | |
| | 中 | 11.4 | 55.4 | 5.7 |
| | 下 | 10.5 | 49.9 | 4.9 |
| 4月 上 | 10.7 | 51.8 | 5.1 | |
| | 中 | 16.4 | 64.2 | 9 |
| | 下 | 14.6 | 49.8 | 6.3 |
| 5月 上 | 18.4 | 49.4 | 7.8 | |
| | 中 | 19.7 | 45.9 | 7.8 |
| | 下 | 20.1 | 62.9 | 11 |
| 6月 上 | 19.7 | 76.8 | 13.1 | |
| | 中 | 22.7 | 61.7 | 12.5 |
| | 下 | 23.8 | 78.9 | 17 |
| 7月 上 | 22.7 | 83.4 | 16.9 | |
| | 中 | 26.2 | 80.4 | 19.8 |
| | 下 | 24.2 | 91.2 | 20.1 |
| 8月 上 | 25.5 | 90 | 21.4 | |
| | 中 | 26.8 | 78.6 | 20.1 |

表2.3.2 気温・湿度等の観測資料 (2009年1～8月)

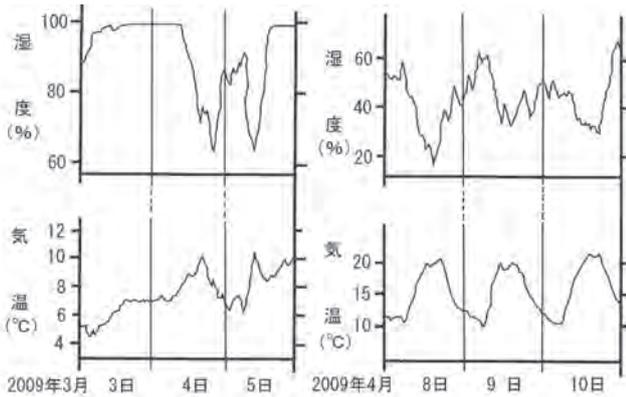


図2.3.11 湿度・気温の観測記録(花き研究指導センター)

としているが、その他に空気が澄んでいることとも関係があるように思われる。

今回の調査では2009年1月から8月まで、鉄輪の花き研究指導センターに気温・湿度の測定器を設置し、連続記録を得た。それらの結果を旬別にまとめたものが表2である。

表2.3.2によると、この地域の平均湿度は4～5月頃には50～60%と低く、7月頃80～90%と高くなっている。水蒸気密度は冬季には5g/m³程度、夏季には20g/m³と4倍程度に増大している。

同時にこの観測期間中、別府市役所より鉄輪地区の湯けむり観察記録の提供があったので、両者を対比することができた。

その一例が図2.3.11に示される。この図の左側は3月3～5日の湿度と気温である。当時の湯けむりの記録では、3日と5日は湯けむりが「多い」とあり、湯けむりが太く規模が大きいので、一本ずつが確認できにくいということであった。このときの天気は曇りであった。図2.3.11によると、3月3日と5日は昼間でも湿度が高くて100%に近く、気温の日変化はほとんど認められない。

図2.3.11の右側は、4月8～10日の湿度と気温である。何れの日も天気は快晴であり、気温は顕著な日変化を示す一方、湿度は終日60%以下という低い値に留まっていた。当時の湯けむりの記録では、「少ない」となっており、その昇る高さも低いということであった。これらの結果は、黒木氏の述べたことと一致している。

4 別府湾岸地域の温暖化

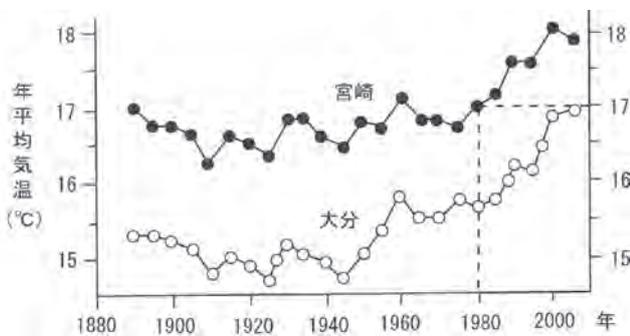


図2.3.12 大分市と宮崎市の気温の経年変化 (5年ごとの平均値)

近年、温暖化の現象が日本各地で認められている。別府湾沿岸地域を代表する大分市でも、図2.3.12のように、1980年代以降、年平均気温の上昇傾向が顕著である。それ以前は永らく15℃台であった大分市の年平均気温は、現在17℃ほどに達し、20年前の宮崎市の気温とほぼ一致している。最近20年間に1.3℃ほどの上昇を示している。宮崎市でも大分市とほぼ並行した変化の傾向が見られる。

別府湾沿岸の杵築市でも近年、同様の温暖化傾向が見られる。図2.3.13は杵築(アメダス)による年平均気温の経年変化を示す。それによると、1980年以降の気温上昇率は20年間で約1℃である。

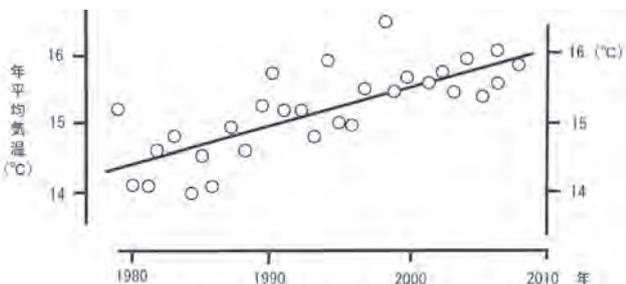


図2.3.13 杵築における近年の温暖化

大分市における気温の長期的変動を、日最高気温と日最低気温とに分けて示したのが図2.3.14である。これらの図の中で、太い実線は平均的な傾向を示す。これらの図によると、いずれも、1980年頃から上昇傾向が見られ、特に日最低気温において顕著であり、この20年間に1.5℃ほどの上昇となっている。

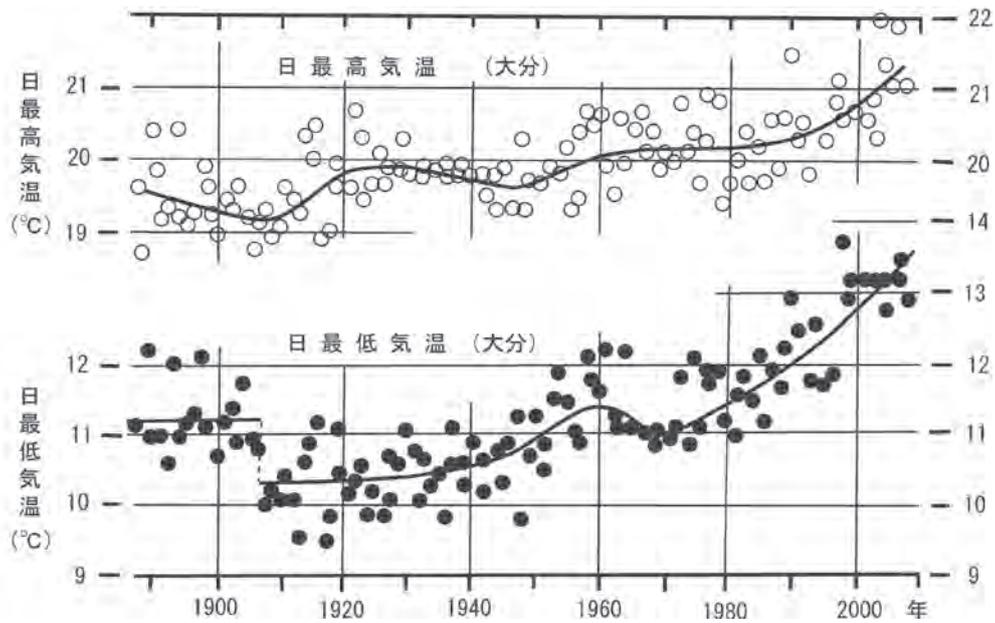


図2.3.14 大分市の温暖化の傾向

日最低気温は、明け方の冷え込みの程度を示すものであるが、地域の細かな地形や地面条件の変化などの影響を強く受ける。大分市における近年の夜間の気温上昇は、郊外における住宅開発や路面舗装、森林の減少など地被条件の変化が主な原因と考えられる。

なお、図2.3.14を注意して見ると、1908年頃に日最低気温に1℃近くの低下が認められる。これは当時の大分測候所が温暖な市中心部（府内城址）から750mほど東の現在地（長浜町）へ移転したことによる。移転先となった大分川堤防沿いは、夜間における内陸山麓部からの流出冷気の通路だったのである。

一方、日最高気温の上昇は、昼間の空気運動の活発な時間帯での現象であり、一般に局地性が少なく、最近100年間でも1℃程度の上昇と見られる。したがってこれは、より広域な温暖化の指標と考えてよいようである。

第4節 植生と植物

1 別府市の植生の概要

別府市は九州中部東海岸に位置し、温暖で瀬戸内型気候に属する。海岸部の低地から丘陵地にかけてはスダジイ林やタブノキ林など常緑広葉樹林が生育しているが、平坦部は都市として発展し、その多くは商業地域、居住空間としてすでに開発されている。一方、背後には由布・鶴見火山群が控えていて、山裾は阿蘇、九重から連続する火山性のススキ草原が広がる。山腹はコナラやイヌシデなどの落葉広葉樹林帯となっていて、早春の野焼き、夏の深緑、秋の紅葉、冬の雪景色と季節の変化を楽しむことができる。山頂部は九州地方特有のミヤマキリシマ低木林に被われて、ピンクのじゅうたんとなる開花期には登山者の目を奪い、自然豊かな地域である。

人々の生活の場となる扇状地は標高350mから海岸にかけて広がり、世界に誇る温泉地となっている。なかでも浜脇、別府、亀川、観海寺、堀田、鉄輪、柴石、明礬地区は「別府八湯」として名高く、地獄めぐりや入湯目的に年間多くの観光客が訪れている。



写真2.4.1 湯けむりの立ち上る別府市街

2 鉄輪地区と明礬地区の植生

(1) スダジイ群落

スダジイ群落は西南日本から南の低地に成立している群落で、鉄輪地区の自然植生を代表する群落である。鉄輪では地獄地帯北側の台地斜面に広がり、高木層はスダジイ、アカガシ、タブノキで被われ、亜高木層はヤブツバキ、アラカシ、ヤブニッケイ等が、低木層はヒサカキ、アオキ等が茂り、つる植物のテイカカズラやキツタの生育も見られる。階層構造も明瞭でこの地域の貴重な極盛相群落である。



写真2.4.2 極盛相林のスダジイ群落

(2) タブノキ群落

常緑広葉樹林のタブノキ群落は暖かな沿海地に見られることが多く、別府市周辺では極盛相林のスダジイ群落の周辺部に見られ、極盛相林が伐採された後に再生した樹林であるが、良好な環境条件によってスダジイ群落に近い自然度の高い群落として回復している。

高木層の優占種はタブノキで林内にはタブノキのほかアラカシ、シロダモ、クロキ、ヤブツバキ、ヒサカキ、アオキなどの常緑樹が生育し、林床にはテイカカズラ、キズタ、コヤブラン、ナガバジャノヒゲなどスダジイ群落と共通する種が多くみられる。



写真2.4.3 斜面に残るタブノキ群落

(3) アカマツ・コナラ群落

気候的には常緑広葉樹の生育環境であるが、表土が薄く、貧栄養の尾根状地形のところでは高木層にアカマツ、コナラ、ヤマザクラが茂り落葉樹と常緑針葉樹の混交林が成立する。亜高木層にはリョウブ、エゴノキ、ネジキのほか、常緑樹のクロキ、シロダモ、ヤブニッケイも見られる。低木層にはヤマツツジ、ヒサカキ、ネズミモチ、イヌツゲが草本層にはシュンランが生育している。アカマツは松くい虫被害で枯死しているものもあるが、土壌に腐植層が堆積して富栄養化すると、アラカシ群落やタブノキ群落など常緑広葉樹林への遷移が見られるようになる。

(4) アカメガシワ・ネムノキ群落

樹林が伐採され、放置されてしばらくすると、植生遷移が始まり、やがて再生林が形成される。アカメガシワ・ネムノキ群落は宅地開発の周辺部や道路敷設沿線に見られる遷移途上の群落である。構成種はアカメガシワ、ネムノキのほか、カラスザンショウ、ハゼノキ、イヌビワ、ゴンズイ、ヌルデ、ダラノキなどの落葉樹とヤツデ、アオキ、ネズミモチなどの常緑樹が混生している。群落の周辺部にはクズ、ノイバラ、スイカズラ、アオツツラフジなどつる植物が密生してやぶ状になっていることが多い。やがてはタブノキ群落やアラカシ群落へと移行していくであろう。

(5) 竹林

住家の裏や斜面の一部にはモウソウチクやマダケの林が見られる。初めはモウソウチクもマダケも植栽されたものであるが、現在は放置状態のところが多く、林内には潜在植生のシロダモ、ヒサカキ、ネズミモチなどの常緑広葉樹の生育が見られる。

タケ類は密に根を張ることから、斜面の崩壊防止効果が期待されている。また、春のタケノコ掘りや用材としての竹材利用もあるが、放置状態で管理の不十分なところではタケの倒壊やごみの投棄などの問題も生じている。

(6) スギ・ヒノキ植林

台地の斜面や住宅地から離れた丘陵地にはスギやヒノキが植林されているが、市街地近くでは小面積である。

植林の時期によって樹木の大きさは異なるが、30～40年生の植栽林は樹高20mほどに達し、林内にはヤブニッケイ、シロダモ、ネズミモチ、ヒサカキ、アオキなどが生育し、林床にはテイカカズラ、チジミザサ、ナガバジャノヒゲ、フユイチゴなども見られる。



写真2.4.4 尾根に見られるアカマツ・コナラ群落



写真2.4.5 森をつくり始めたアカメガシワ・ネムノキ群落



写真2.4.6 繁茂する竹林

3 植生図示

図示作業は、別府市作成10,000分の1地形図を拡大した図示用の地図（鉄輪地区、明礬地区）を用いて現地踏査により行った。

まず、植生調査によって明らかになった群落と相観により確認された群落で区分し、公園、地獄やホテルの広い庭園は管理緑地として扱い、駐車場や一般家庭の庭、道路は無植生として宅地に含めた。また、耕作地の大部分は畑作地で、カラムシ、アメリカセンダングサなどの繁茂する耕作放棄地となったところも目立つ。なお、凡例は鉄輪地区、明礬地区とも共通とした。

図示の範囲は図2.4.1（鉄輪地区）、図2.4.2（明礬地区）に示すように、湯けむりの背景となる部分も考慮して、指定予定地区より広めに設定して図示した。

（1）鉄輪地区

鉄輪地区は標高約100～200mのところを広がり、昔から湯治場として栄えた温泉地である。また、海地獄、白池地獄を初めとする地獄地帯として知られ、噴気の立ち上る湯けむり景観の優れたところで、指定予定区域になっているところは温泉、地獄地帯として発展し、ホテルや旅館、商店が建ち並ぶ宅地が大部分を占める。北側台地斜面の樹林を除くと、平坦部の緑地は公園や庭園、耕作地などごくわずかな面積にとどまる。

景観上重要な自然植生のスダジイ群落、タブノキ群落は地獄地帯の北側に位置する台地の斜面に分布していて、暖地林特有の盛り上がるような林冠は、立ち上る湯けむり景観を引き立てている。かつて、鉄輪地区一帯はこの2つの群落に覆われていたと考えられるが、今では寸断された状態で、貴船城西斜面と大観山町西側の斜面にわずかに残存しているに過ぎず、これらはいずれも選定予定区域外である。

（2）明礬地区

標高300～400mの明礬温泉地区は東南東方向に開けた馬蹄形の丘陵斜面の懐にあり、急傾斜地が多い。ここでは、昔から天然入浴剤の湯の花の採取がおこなわれ、今でも採採用の小屋が建っていて特徴的な景観を見せている。明礬地区では、スダジイは単木として生育が認められるが、群落を形成するほどのまとまった樹林は見られず、自然林としては集落周辺の斜面のタブノキ群落と温泉地区の背後を取り囲む尾根のアカマツ・コナラ群落が主体をなしている。これは、スダジイやアラカシが薪炭材として利用され、減少したことによるものであろう。ここでは、小面積のため図面上には表れないが、湯の花小屋周辺に群生しているケツクシテンツキ群落も特徴的である。



写真2.4.7 庭園の管理された緑地



写真2.4.8 別府市街地を見下ろす明礬温泉

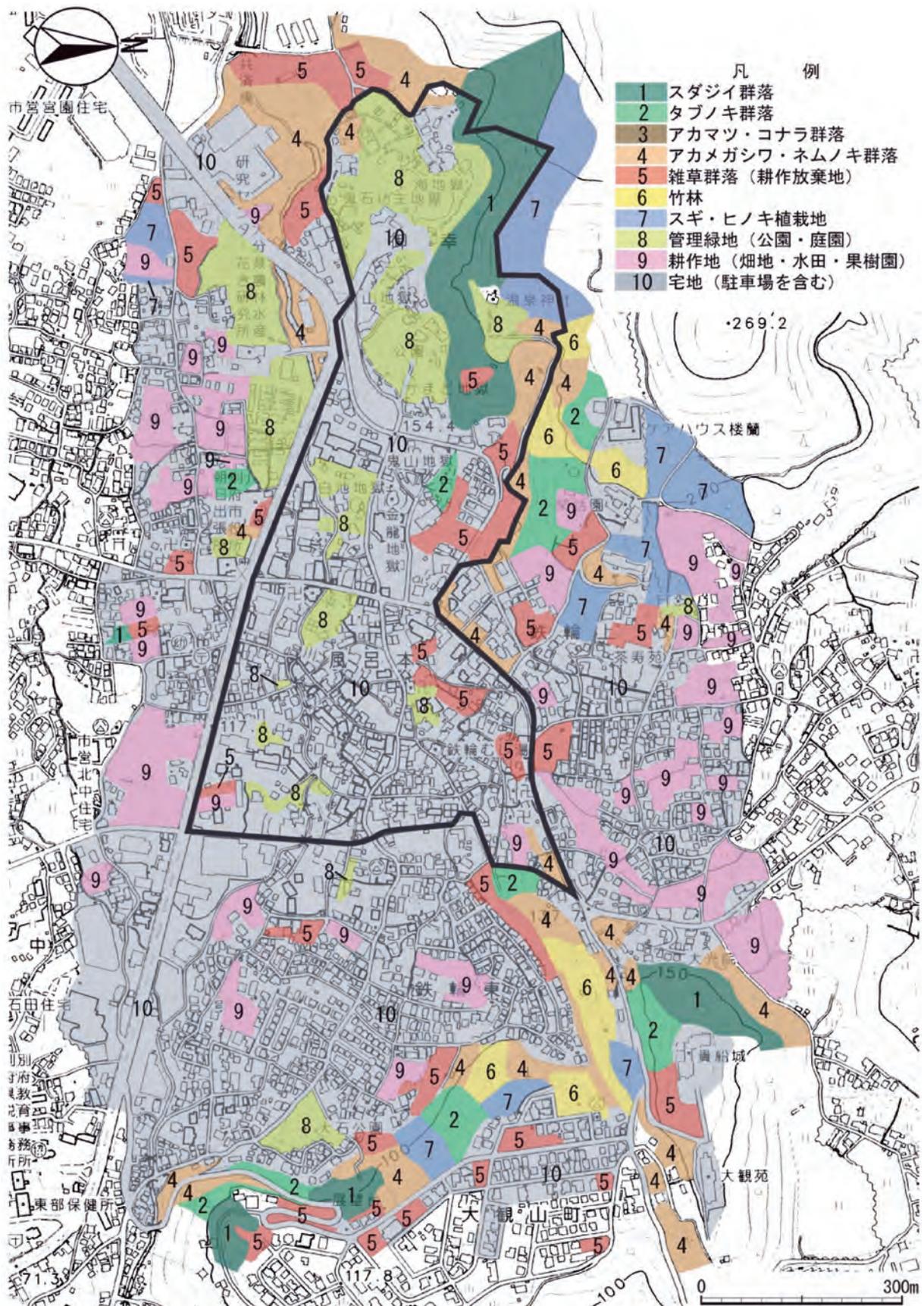


図2.4.1 鉄輪地区植生図

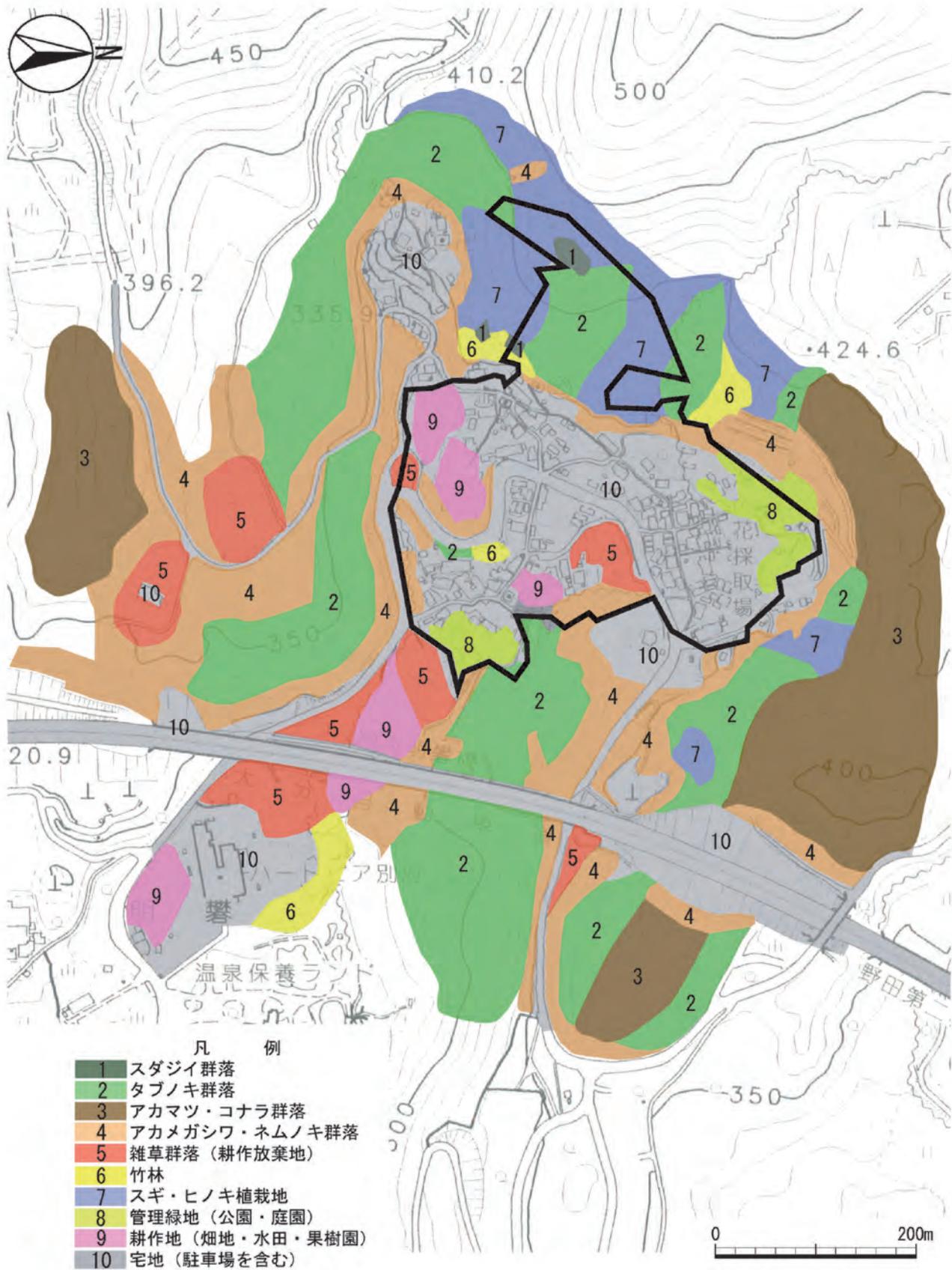


図2.4.2 明簷地区植生図

4 湯けむり景観を引き立てる貴重な植物群落と植物

A 貴重な植物群落

(1) スダジイ群落

鉄輪地区のスダジイ群落は地獄地帯に接しており、樹林の濃厚な緑は白く立ち上る湯けむりの背景となっていて、緑と白のコントラストをなして、湯けむり景観の重要な構成要素である。

この群落の典型的な部分では、スダジイが20mを超える高さに高木層を形成し90%を被っている。スダジイの胸高直径は35～55cmで、大きなものは80cmを超えるものもあり、かなり古い時代から鉄輪の自然に馴染んできた樹林である。亜高木層にはアラカシ、タブノキ、ヤブニッケイ、カゴノキ、モチノキなどが生育するが、受光量が減ることもあって高木層ほどの勢いはない。低木層では2～3mの高さでヒサカキが優占種となって60%を被い、他にヤツデ、カクレミノ、アオキ、ネズミモチなどの常緑樹をともなっている。草本層にはベニシダやナガバジャノヒゲが生育するが微弱である。

生育地が急傾斜地であり斜面崩壊防止の効果も果たしており防災上も重要な群落である。

現在、斜面の一部で樹林が伐採され地肌が露出して景観を損ねているが、急斜面で防災面での心配もある。湯けむり景観保全のためには、この斜面一帯の自然林の保護は欠かせない。



写真2.4.9 湯けむりとコントラストをなすスダジイ群落



写真2.4.10 地肌の露出した斜面

(2) 地獄地帯に残るアカガシの木立ち

鉄輪地獄地帯の稲荷大明神（熊野社）の小高い丘の斜面には7本のアカガシを主木とする木立がある。その胸高直径は大きいもので80cmをこえる。丘のそばまで宅地がせまり、面積は狭いが、かつてここにアカガシ林が広がっていたことを証明する貴重な木立である。アカガシのほかにはアラカシ、クロガネモチ、タブノキ、シャシャンボ、ヒサカキクロキ、ヤブコウジなども生育し自然林であったことの痕跡を残している。最近各地のアカガシ林に衰退傾向が見られることから、都市近郊のアカガシ生育地として貴重といえる。



写真2.4.11 地獄地帯に残るアカガシの木立ち

(3) タブノキ群落

明礬地区では、シイ、カシの類は薪炭材として活用された度重なる伐採によって姿を消し、再生力の強いタブノキが林冠を形成して群落をつくっている。タブノキの葉は広くて光沢があり、陽光を浴びて照り輝く緑は、三角にとがった茅葺きの湯の花小屋と対照的に明礬地区の落ち着いた風情を醸し出している。

林冠の高木層ではタブノキが優占種となり13mの高さで90%を被う。亜高木層はヤブツバキ低木層はヒサカキが優占種となっているが、薪炭材の抜き切りの影響や上部尾根植生の影響を受けて一部ハゼノキ、リョウブ、ガマズミ、アカメガシワなど落葉樹の生育も見られる。しかし、標高約300mの明礬地区にあつては最も自然状態を保った群落といえる。

(4) アカマツ・コナラ群落

明礬地区の背後を取り囲む、標高400m付近の尾根部では表土も浅く、岩肌が露出したところもあり、土地も乾燥している。ここではコナラ、イヌシデ、ヤマザクラ、リョウブ、ハゼノキ、ネジキなどの落葉樹が生育し、秋には紅葉してアカマツ、アセビなどの常緑樹とコントラストを見せる。アカマツの胸高直径は30~50cm、コナラの胸高直径は30~40cmで、コナラは株立ちしたものが多し。林内にはヤマツツジの生育も見られ、九州中部地区に特有なアカマツ=ヤマツツジ群落と思われるが、アカマツの枯死が進んで群落としての勢いは衰えつつある。

(5) ケツクシテンツキ群落

明礬地区特有の景観を呈するわら屋根の湯の花小屋の周辺で雑草のようにみえるカヤツリグサ科の草本植物がケツクシテンツキである。噴気の影響で、他の植物の生育が困難なこともあって単一の群落を形成している。

明礬・鍋山・湯山の噴気孔周辺に自生して単一で群落をつくる。かつてはツクシテンツキとされていたが、明礬付近のものは茎に有毛のケツクシテンツキとして区別されている。生育地は地表温度50~70℃、PH 値3~5との報告があり、酸性度の強い土壤である。小面積ではあるが湯の花小屋周辺の特異な環境に群落をつくっている。



写真2. 4. 12 斜面のタブノキ群落



写真2. 4. 13 岩上で紅葉するアカマツ・コナラ群落



写真2. 4. 14 湯の花小屋噴気孔そばのケツクシテンツキ群落

B 貴重な植物

(1) スダジイ (ブナ科)

Castanopsis sieboldii Hatusima ex Yamazaki

鉄輪地獄地帯の自然林で代表的な常緑広葉高木。大きなものは樹高15~20m、胸高直径50~80cmに達する。鉄輪地区の林内でも、群落の優占種となって樹林を形成している。野田羽室や観海寺、亀川湯の森などにも樹林が残り、石垣の円正寺には幹回り6mを超えるスダジイの巨樹が生育し、いずれも市の保護樹に指定されている。堅果は長球形でイタジイともいい、球形の小粒なコジイ(ツブラジイ)とともに食用になる。

(2) アカガシ (ブナ科)

Quercus acuta Thunb.

丘陵地の自然林に生育する常緑広葉高木で、カシ類のなかでは葉が大きく鋸歯がない。別府市内では東山御嶽権現社の社叢は優れたアカガシ林として県の天然記念物に指定されている。鉄輪ではスダジイ群落に接するところにアカガシの生育が見られ、表土が浅く厳しい環境に生育している。地獄地帯の中ほどにある稲荷大明神をまつる丘に数本のアカガシがまとまって生育し、最大のものは胸高直径77cmある。

(3) タブノキ (クスノキ科)

Persea thunbergii Kosterm.

低地、丘陵地の自然林内に生育する常緑広葉高木。常緑樹林の伐採後にいち早く再生を始め、光沢のある葉を密生して、枝を大きく広げ比較的安定した樹林を形成する。土地的な適応性が広く、里山地域では各所に樹林や巨樹が見かけられ、明礬地区の斜面や坊主地獄にはタブノキの森がある。

(4) ホルトノキ (ホルトノキ科)

Elaeocarpus sylveatris Poir.

モガシともいう。低地の常緑広葉樹林内に生育する常緑広葉高木。樹形が整うことから、街路樹や公園緑化木として用いられる。明治から大正期にかけてシルクロードを旅した大谷光瑞氏ゆかりの鉄輪大谷公園内には地域住民に親しまれた2本のホルトノキがある。いずれも樹高約14m、胸高幹囲244cm、270cmの大樹で、四方に均整のとれた枝を広げている。



写真2.4.15 スダジイ



写真2.4.16 アカガシ



写真2.4.17 タブノキ



写真2.4.18 大谷公園のホルトノキ

(5) コナラ (ブナ科)

Quercus serrata Thunb.

低山地の林内に生育する落葉広葉高木。幹は直立して高さ15mほどになるが、九重山系に多いミズナラに比べると、コナラは幹や葉が小型で、由布・鶴見山系の山腹に多く分布している。

初夏に尾状の花穂を出し、黄褐色の花を多数つける。秋にみのる堅果は長楕円形で、小動物の餌となる。殻斗は皿上で外側に小さな鱗片をつけている。

明礬地区では標高400mほどの尾根にアカマツ、イヌシデ、ヤマザクラ、ネジキなどと樹林をつくっている。岩角地や表土の浅い土地に生育し、秋の紅葉を演ずる植物のひとつである。ハサコやナラハサコの方言名があり、材が堅く、かつては薪炭材や茸木として利用されてきた。株元から4~5本株分れたものは、その痕跡である。



写真2. 4. 19 コナラ

(6) ヤブツバキ (ツバキ科)

Camellia japonica L.

暖地性の常緑広葉樹林内に生息する常緑広葉高木で、スタジイ群落内では亜高木層の優先種となっていることが多い。冬から初春にかけて枝先に赤い鼻をつける。花弁が大きくて目立ち、香りがよいので、肥後ツバキなど多くの園芸品種がつけられている。ヤブツバキはそれらの原種で、鉄輪地区にある大分県温泉熱利用花卉指導センターの植物園では、園芸種のツバキを観賞できる。常緑樹の中でも、クチクラ層の発達した光沢のある葉は、寒さにも強く生垣や街路樹などの緑木化して用いられることもある。花後の種子には、多くの油脂が含まれていてそこから抽出されるツバキ油は髪油や食用油に用いられる。



写真2. 4. 20 ヤブツバキ

(7) ウスギモクセイ (モクセイ科)

Osmanthus fragrans Lour. var. *thunbergii* Makino

ギンモクセイの変種で、庭園に植えられる常緑広葉高木。秋に黄白色の花をつける。鉄輪旧富士屋旅館庭園のウスギモクセイは県の特別保護樹木に指定されている。

指定木は樹高約7m、胸高幹囲193cmで、現在の枝張りは東2.5m、西3.9m、南3.3m、北4.5mとなっている。



写真2. 4. 21 庭園で保護されているウスギモクセイ

C 借景として重要な群落

(1) 湯けむり展望台下のさくら並木と森

借景とは、本来背後にある山々などの景観を庭の一部として利用することをいうが、ここでは主格の湯けむりの手前にあって、背後に立ち上る湯けむりを引き立てている展望台下のさくら並木とスダジイ群落とタブノキ群落も借景ととらえることができる。日本のサクラは万葉の時代から歌に詠まれているように春の季節感を漂わせ、人々の暮らしと結びついていた植物である。

それほど関心の高かったサクラは、品種改良によって多くの園芸種が生まれているが、花見の代表種はソメイヨシノで各地に植栽されている。

別府市内にもソメイヨシノを觀賞できる桜の名所が何箇所かあるが、3月下旬から4月上旬、湯の川から大観山への上り坂から湯けむり展望台までの道路沿いも名所のひとつであろう。満開のサクラを手前に背後に立ち上る湯けむりは、特有の景観といえる。

(2) 扇山(大平山) 斜面の火山性草原

標高792mの大平山は山腹に広がる草原の形状から通称扇山と呼ばれ、別府市全体の景観を特徴づけている。この草原はススキ、マルバハギ、ネザサ、ワラビの生育するススキ・ネザサ型の草原で、春には市の一大イベントとして野焼きが行われ、山全体が真っ赤な炎に包まれた夜景は圧巻である。

休日になると、山頂までの自然を楽しむトレkkerに加えて、春の芽ぶきのころはワラビ刈りの家族連れでにぎわい、秋には尾花(ススキ)の草モミジ、七草のクズ、萩(マルバハギ)、ナデシコ、オミナエシのほかワレモコウやヨメナ(野菊)の鑑賞に訪れる人も多い。



写真2.4.22 湯けむりを背景に咲き乱れるソメイヨシノ



写真2.4.23 なだらかなスロープをえがく扇山



写真2.4.24 草原を彩るカワラナデシコ



写真2.4.25 秋を装うサイヨウシャジン

〈参考文献〉 第2章

- 荒金正憲 2008「県産植物の新産地 [23]」『大分県の植物』No.18 大分県植物研究会
- 小田毅・荒金正憲 2003「第5編 第4章 植物」『別府市誌』平成15年版第2巻 別府市
- 川野田實夫、小石哲史、金子敦、志賀史光 1994「別府市の水系と水質」『別府の自然』別府市自然環境学術調査団報告書 別府市
- 別府市 1985『別府市誌』昭和60年版
- 1994『別府の自然』別府市自然環境学術調査団報告書
- 別府市教育委員会・別府市文化財調査員 2008『別府市の文化財と保護樹』 別府市教育委員会