

四国西部の環境地質学的研究, その13

—愛媛県朝倉村頓田川流域付近の第四紀の環境変遷—

満塩 大洗¹⁾・五十嵐 高雲¹⁾・鹿島 愛彦²⁾

(¹⁾高知大学理学部地学教室・²⁾愛媛大学農学部地域防災地質研究室)

Environment Geological Study in West Shikoku, Part 13

—Quaternary Environmental Change along the Tonda river,
Asakura Village, Ehime Prefecture—

Taikou MITUSIO¹⁾, Koh-un IGARASHI¹⁾ and Naruhiko KASHIMA²⁾

¹⁾Department of Geology, Faculty of Science, Kochi University, Kochi 780 Japan;

²⁾Department of Regional Disaster Preventive Geology, College of Agriculture,
Ehime University, Matsuyama 790 Japan

Abstract: The Quaternary strata of the Middle and Late Pleistocene, i.e., higher, middle and lower terrace deposits along the Tonda river, Asakura Village, Ehime Prefecture, are studied and clarified. The new strata are defined as the Koya Formation of the higher terrace gravel bed, the Hachinoko-ike Formation of the middle one and the Asaji Formation of the lower one, respectively. These are consisted of the gravel beds covered with talus and soils. And the Holocene Asakura-mura Formation is also defined, and these are correlated with those in Ehime Prefecture.

キーワード：環境変遷 頓田川 第四系 段丘礫層

はじめに

四国四県各地の第四系については、1966年以来満塩らにより、数多くの報告がなされており、四国全体の第四系についても総括されている(満塩・古川, 1988; 満塩・加賀美, 1992)。また、鹿島らも愛媛県下の地質について、環境地質の立場から広く研究を行ってきた(鹿島・高橋・清水, 1980; 鹿島・高橋, 1980; 高橋・満塩・鹿島, 1990; 鹿島・袋瀬・満塩, 1991; 鹿島ら, 1993; 1995; Mitusio and Kashima, 1994; Mitusio *et al.*, 1995)。

しかし、四国の第四系をより詳しく知るためには、愛媛県東予地方、及び、中予地方の更に詳細な調査が今後とも必要とされていた。その主要な理由としては、筆者らが定義したりス／ウルム間

氷期（最終間氷期）の古豊後水道海進（鹿島・袋瀬・満塩，1991）が，瀬戸内海の西部でどの付近までに及んでいたかを知ることが古環境の解明に極めて重要であるからである．更に，Mitusio（1985）が土佐湾側で定義した宿毛湾面／能見湾面の-40m面が現在における瀬戸内海の高縄半島の殆ど大部分を占めており，これは後期更新世と完新世との境界の年代であるから，現在の瀬戸内海はその大部分が約10ka以後に，海水準面が上昇して形成されたと言える．それ故，瀬戸内海の沿岸部では，古豊後水道海進による海水準の上昇の規模を追跡する必要があるため，愛媛県北部の高縄半島付近の第四系における環境変遷を追跡しているわけである．

そこで，前報には愛媛県東予地方の今治市付近の越智郡蒼社川流域の第四系を明らかにした（満塩・五十嵐・鹿島，1995）が，今回は東予地方の越智郡朝倉村を流れる頓田川流域の第四系について調査して，本地域付近の環境変遷について報告する．

本調査地域付近においては，永井ら（1977）による土地分類基本調査以外には，主だった調査・研究はほとんど行われていない．また，愛媛県全体の表層地質図（鹿島ら，1980）はあるが，大縮尺のためにそこでは単に「段丘堆積物」と示されている．

地形及び地質概要

本調査地域は愛媛県東予地方の高縄半島北東部に位置しており，東部に燧灘・西部には高縄山地をひかえている．北方を流れる蒼社川とともに，この頓田川は2級河川ではあるが，高縄半島では最大の平野である今治平野を蒼社川と共に形成している主要な河川である（図1）．

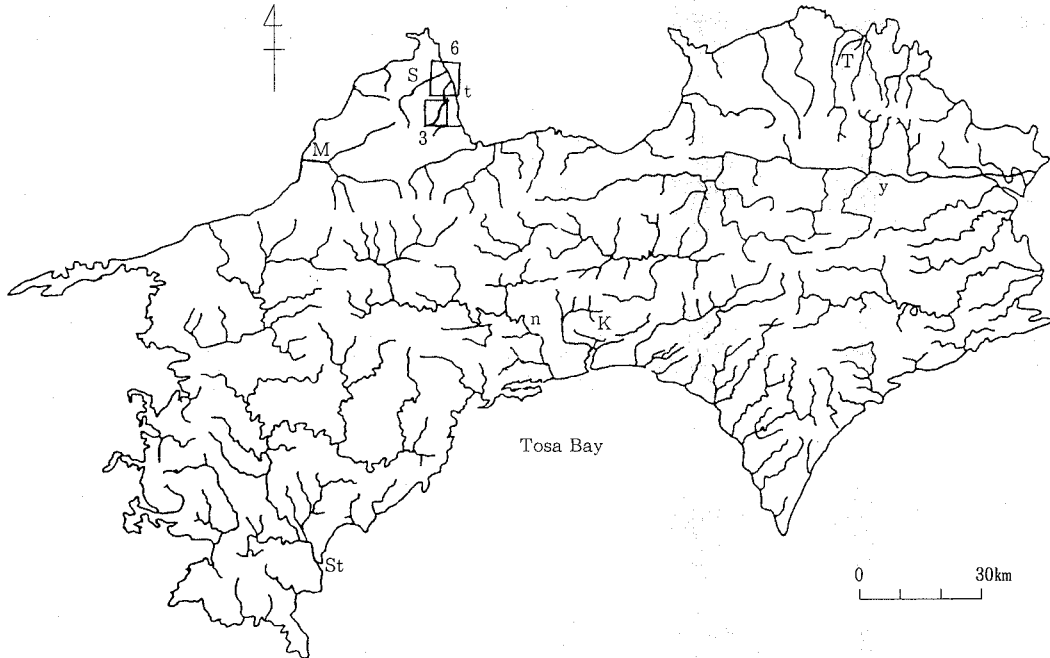


図1 四国の主要河川系，及び調査地域の頓田川流域の位置

数字は地質図3・6の番号．M，松山市 T，高松市 K，高知市 t，頓田川
s，蒼社川 y，吉野川水系 n，仁淀川水系 st，四万十川水系

頓田川はその流路延長が約9.8kmで、流域面積は約39.77km²であり、愛媛県朝倉村を貫いて、今治平野の南端を北東流している河川である。頓田川は五葉が森(840.6m)の北方、標高490m付近を源流としている。特に、源流から浅地付近までは、この河川は白地川と呼ばれている。源流の周囲は、600-500m級の山地に囲まれており、河川の左右を600-200m級の山地に囲まれながら北流している。途中流向が変化してこれまでの北流から、峠付近で朝倉南付付近まで東流するようになる。途中浅地付近に達すると、支流の黒谷川が南方から流入してくる。この黒谷川は東三方ヶ森(1232.7m)の東方、標高700m付近に源流を持つ河川である。この東三方ヶ森の北方には蒼社川の支流、木地川の源流が見られ、黒谷川とは山地を介して境界としている。黒谷川の源流の周囲は1,000m級の山地に囲まれ、左右の川岸は1,000-400m級の山地に囲まれながら北東流して、朝倉ダムへ流れ込んでいる。朝倉ダムからは400-200m級の山地に囲まれて、黒谷川はその流路を変え、朝倉村浅地まで北流し、白地川と合流して頓田川となる。

朝倉村朝倉南付付近から200-100m級の山地間を北方の今治平野に向かって蛇行しながら北流し始め、南方から山越川を、そして、同村朝倉下付近で黒岩川と高大寺川をそれぞれ南方と南西方向から流入させている。更に、今治平野の南端に達すると、西方から多伎川が流入し、頓田川は今治平野の南端を北東流して、最終的に庵灘へと流れ込む。

この河川流域における本調査地域の地形は、山地・丘陵・段丘・沖積平野からなる。今回の調査の結果、本調査地域には3段の段丘が認められることが明らかになった。それ故、これらの各段丘に、それぞれ代表的に発達している地域の名前を冠して、高位段丘を構成しているものを古谷面と命名し、中位段丘の構成面を蜂の子池面とし、低位段丘構成面を浅地面と、それぞれ命名した。

また、この朝倉村には頓田川のみからなる扇状地性埋没谷を呈する沖積低地が見られ、このよう

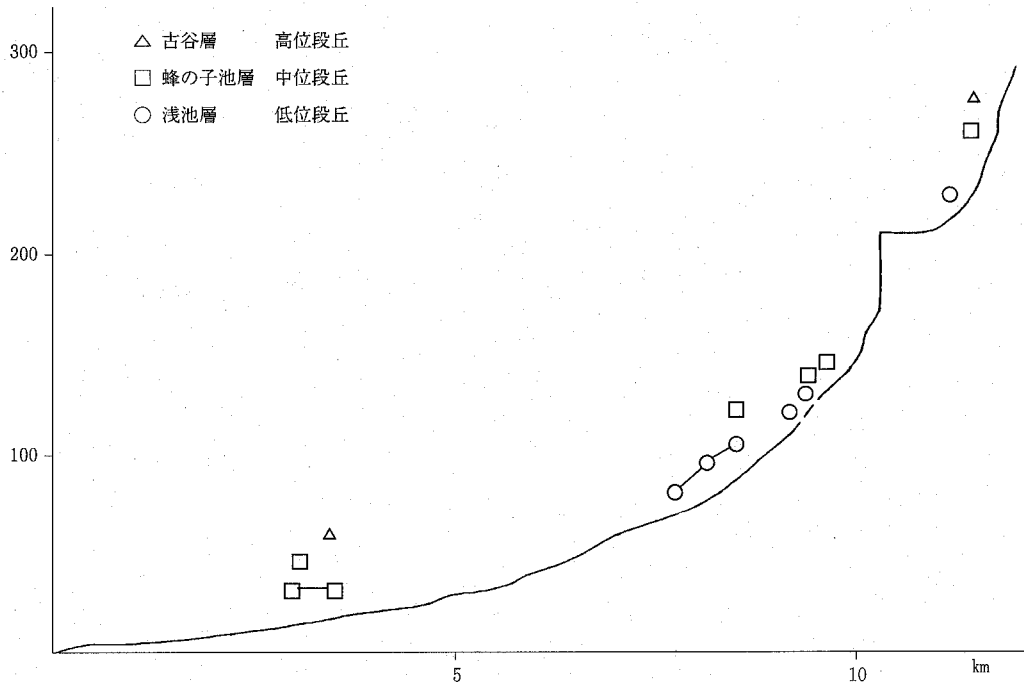


図2 愛媛県頓田川全流域の河川縦断面図、及び各段丘面の高度分布

な沖積面を朝倉村面と命名した。

次に、図2には頓田川の河川縦断面図及びこれら各段丘面の高度分布の範囲も示している。

そして、当調査地域を構成する地質系統としては、地質学的には頓田川流域は高縄半島の北東部に位置しており、それゆえにその流域の基盤岩類は、全て領家帯の花崗岩類より構成されている。特に、頓田川流域においては、左岸が花崗閃緑岩、右岸が黒雲母花崗岩よりなる基盤岩が分布している。そして、各段丘面を構成する第四紀の段丘堆積物が、不整合にこれらの基盤岩を覆っている。

第四紀の堆積物については、前期更新統は蒼社川流域と同様に存在していない。中期更新統は高位段丘構成層と中位段丘構成層からなり、前者は古谷層と命名し、中位段丘の構成層は蜂の子池層と定義した。更に、後期更新統は低位段丘を構成し、これを浅地層と定義した。また、完新統は扇状地性埋没谷を形成する沖積低地にあり、このような沖積層を朝倉村層と命名した。

第四系の記載

本調査地域である頓田川流域に分布している段丘を、年代の古い順に区分・記載する。

第四系の分布は図3に示している。また、図4では第四系の地質断面図を示し、図5には各個柱状図を示している。更に、図6には今治平野付近の第四系地質図を示している。

前章で述べたように、本地域には前期更新統はなく、中期更新統については高位段丘構成層及び中位段丘構成層に区分される。高位段丘堆積物は古谷層であり、また、中位段丘堆積物は蜂の子池層である。後期更新統は低位段丘構成層の浅地層である。また、完新統は扇状地性埋没谷を形成する沖積低地の朝倉村層である。

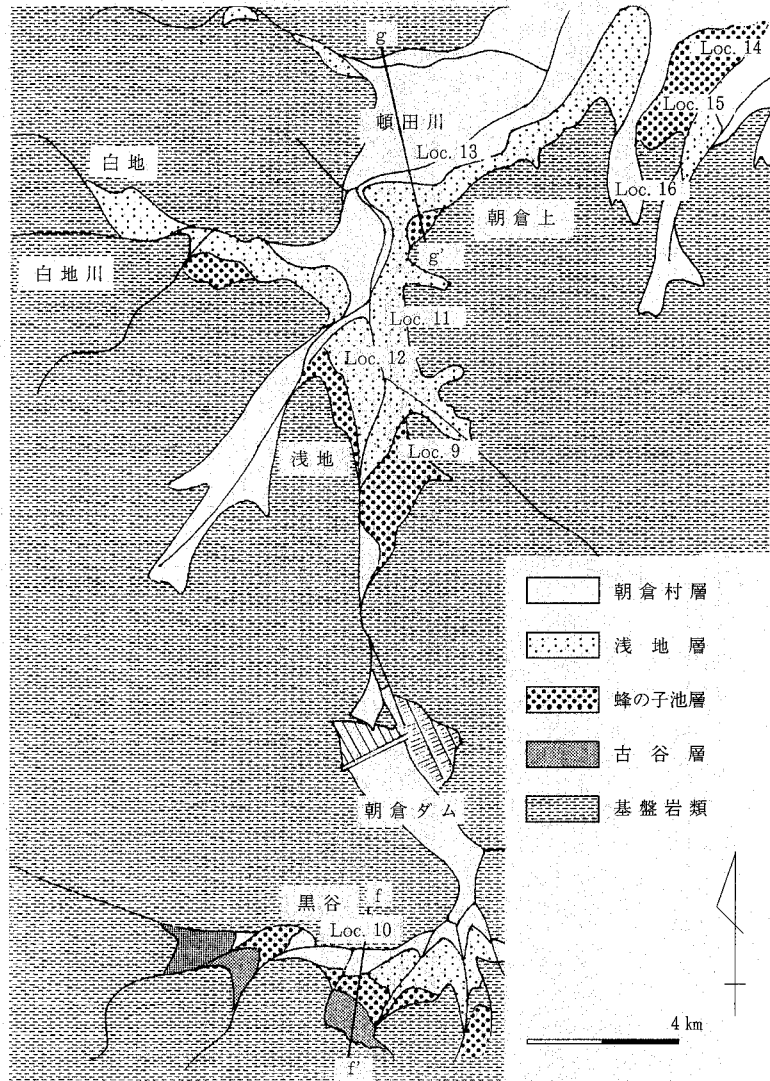


図3 愛媛県頓田川流域の第四系地質図

Loc. は各個柱状図の位置 (図5). f-f'/g-g'; 断面図の位置 (図4)

A. 中期更新統

この中期更新統は前述のように、高位段丘堆積物と中位段丘堆積物に区分される。

A-1) 中期更新統=高位段丘堆積物, 古谷層 [河成]

古谷層 (こやそう, 新称)

命名者: 五十嵐高雲

模式地: 愛媛県朝倉村古谷付近 (Loc.6)

分布域: 愛媛県朝倉村古谷, 黒谷

層厚: 約3m

分布標高: 海拔約275m (黒谷), 60m (古谷)

本調査地域の高位段丘は愛媛県朝倉村古谷と同村黒谷に断続的に分布しているが、露頭が古谷でしか発見されなかったため、朝倉村古谷を模式地とした。模式地の露頭では層厚が3mで、マトリックス支持の礫層よりなる。礫種は花崗岩類よりなり、最大礫は25cmで、最小礫は0.2cmである。また、卓越礫は10cmで、円磨度は0.5となり、球磨度は0.8の亜円礫状である。マトリックスは標準土色帖より、7.5YR5/6の明褐色 (bright brown) を示しており、同様に礫もクサリ礫となっている。

本模式地は頓田川下流部の中位段丘の上部に存在している。花粉化石や火山灰など年代を決定できるものは発見できなかったが、この層の分布高度、存在位置、下部の中位段丘とのマトリックスと礫の風化度の相違より、この礫層を高位段丘とした。

朝倉村黒谷付近では、露頭は見られなかったが、低位及び中位の更に上位に段丘面がみられたため、この段丘も高位のものとして判断した。

A-2) 中期更新統=中位段丘堆積物,

蜂の子池層 [河成]

蜂の子池層 (はちのこいけそう, 新称)

命名者: 五十嵐高雲

模式地: 愛媛県朝倉村古谷蜂の子池付近 (Loc.7)

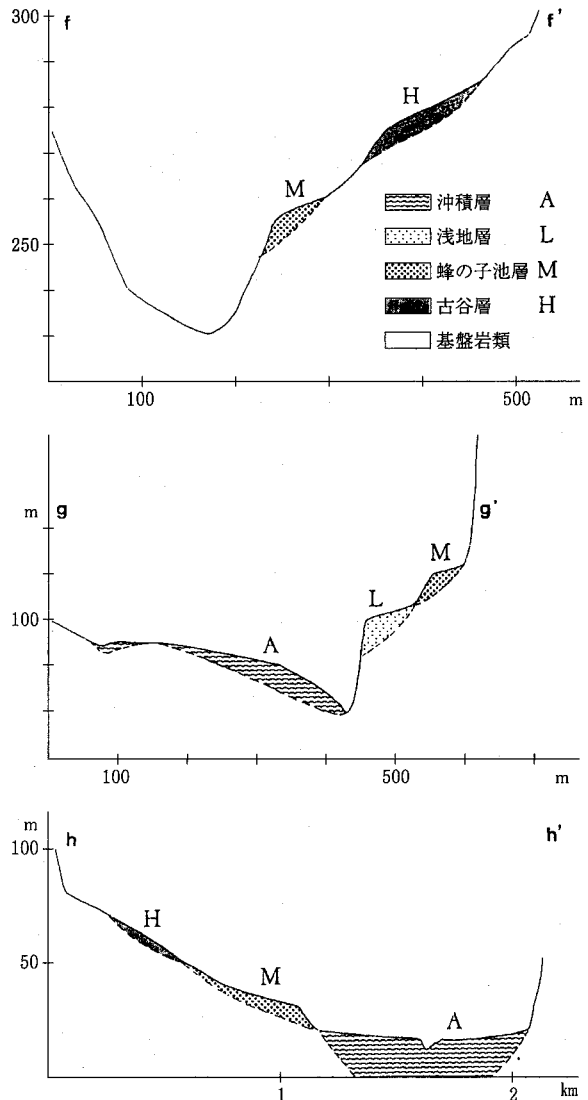


図4 愛媛県頓田川流域の地質断面図 (位置は図3を参照)

分布域：愛媛県朝倉村古谷，同町浅地～黒谷 (Loc.8-10, 14-16)

層厚：約2m

分布高度：海拔約250m-40m

頓田川流域では、この中位段丘は上流部から下流部にかけて、断続的ではあるが存在している。その中で愛媛県朝倉村古谷峰の子池付近の段丘がよく発達しているため、そこを模式地とした。模式地の露頭では、層厚は約2mであり、花崗岩類の礫よりなる。最大礫は60cmで、最小礫は0.2cmである。卓越礫は約20cmであり、円磨度は0.5で、球磨度は0.8の亜円状である。マトリックスは標準土色帖より、2.5Y5/6の黄褐色 (yellowish brown) を示し、礫は半クサリ礫の状態であった。

この地層からは時代を特定できる火山灰や花粉化石などを含有する物は見られなかったが、本層の特徴や分布高度などから中位段丘構成層と考えられる。

頓田川中流域においても、朝倉村浅地付近に中位段丘が見られる。ここでの露頭には、層厚約2mの礫層が認められる。礫種は花崗岩類のみからなり、礫径については最大礫が40cm、最小礫が0.2cmで、卓越礫が10cmである。また、円磨度は0.6で、球磨度は0.7で、亜円状の半クサリ礫からなっている。また、マトリックスは標準土色帳では10YR4/4の褐色 (brown) を呈している。

この川の上流部における本層は、朝倉村黒谷付近でみられる。この露頭では、全体の層厚は8mで、そのうち段丘堆積物は露頭の上部約3mを占め、残りは基盤岩であり、両者は不整合に接している。礫種は花崗岩類のみからなる。また、礫径は露頭上部では最大礫が40cmで、最小礫が0.2cmで、卓越礫が10cmである。また、円磨度は0.5で、球磨度が0.5の半クサリ質の亜円礫よりなる。下部においては、最大礫は70cmで、最小礫10cmであり、卓越礫40cmである。また、円磨度0.3で、球磨度0.7の亜角礫よりなる。マトリックスの色相は標準土色帖より、10YR5/4の鈍い黄褐色 (dull yellowish brown) である。

この露頭では礫の上方細粒化が見られ、このことから、この層が堆積している時代に、堆積環境が変化しており、大礫が堆積する急流の堆積場から、中～小礫が堆積するような堆積の場へと変化していったものと考えられる。また、そのような場の変化と露頭の特徴・高度分布などから、その変化の時期は、最終間氷期にあたると思われる。

B. 後期更新統

後期更新統は低位段丘堆積物によって代表される。

B-1) 後期更新統=低位段丘堆積物，浅地層 [河成]

浅地層 (あさじそう，新称)

命名者：五十嵐高雲

模式地：愛媛県朝倉村浅地付近 (Loc.11)

分布域：朝倉村朝倉上～浅地～黒谷 (Loc.12)

層厚：約4m

分布標高：海拔約225m-80m

本層の低位段丘の露頭は、頓田川下流部には全く存在しておらず、中流及び上流部で発見することができた。その中で、朝倉村浅地に見られる露頭を模式地とした。この層厚は約4mで、礫種は花崗岩類よりなり、新鮮な礫からなる。最大礫は30cmで、最小礫は0.2cmであり、卓越礫は10cmである。また、円磨度は0.5で、球磨度は0.7で亜円状である。

本層は上流から中流にかけて断続的に存在しているが、朝倉上付近より南流する支流により形成された扇状地により、頓田川が南方へ押され、その結果として、低位段丘が河川による侵食作用を

かなり受けている。また、太之原付近の扇状地が発達している付近から低位段丘面の追跡は不可能となり、蒼社川と同様に、この付近より低位段丘が沖積層下に潜り込んでいると推定される。

頓田川中流域での露頭では、層厚約5mで、幅約18mの礫層である。礫径は最大礫が50cmであり、最小礫が0.2cmで、卓越礫が約8cmである。また、円磨度が約0.4で、球磨度が約0.8で亜円状である。また、礫種は同様に花崗岩類質で、半クサリ質の礫よりなる。

上流部では露頭は見られなかったが、河川の右岸のみに、その段丘面を見ることができた。

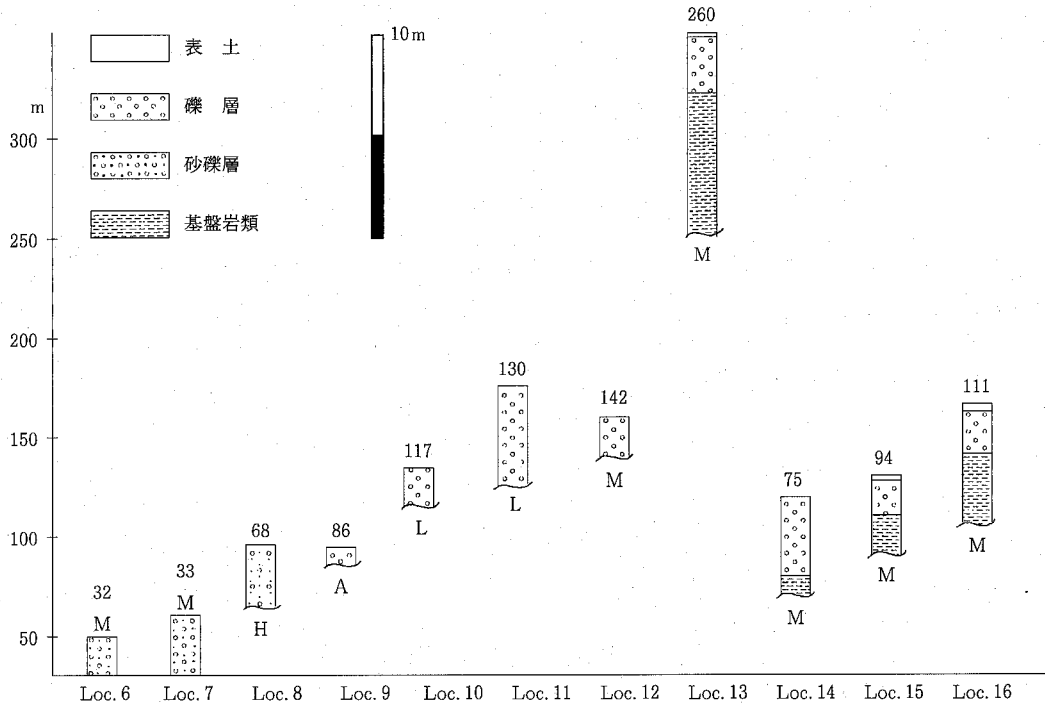


図5 愛媛県頓田川流域の第四系各個柱状図

位置は図3を参照。柱状図上の数字は標高(m) H, 高位段丘(古谷層)

M, 中位段丘(蜂の子池層) L, 低位段丘(浅池層) A, 沖積層(朝倉村層)

C. 完新統

完新統はいわゆる沖積層である。

C-1 完新統=沖積層 朝倉村層 [河成]

朝倉村層(あさくらむらそう, 新称)

命名者: 五十嵐高雲

模式地: 愛媛県朝倉村朝倉(Loc.13)

分布域: 朝倉村朝倉南~山口

層厚: 約30m

分布標高: 海拔約50m-

朝倉村層の分布は、愛媛県朝倉村朝倉上付近から同村山口まで、扇状地性の埋没谷地形をなし、更に、今治平野の南端を通して海岸線まで分布している。地形的には、現在東流している下流域は、

それ以前には北流していたことが読みとれる。この河川の変更の要因は、完新世初期の蒼社川による扇状地の形成によるものと考えられる。

対 比

次に、調査地域の第四系と頓田川の北西部に位置している蒼社川及び愛媛県中央部付近の第四系との対比を行う(表1)。

表1 愛媛県北部付近の第四系対比表

地域年代		本調査域 頓田川	今治市 蒼社川	松山平野	双海町	佐田岬 瀬戸町	佐田岬 三崎町
第 四 紀	完新世	朝倉村層	今治層	沖積層			
	完 新 世	後 期 浅地層	三反地層	低位段丘 堆積物Ⅰ			
				低位段丘 堆積物Ⅱ			
	新 世	中 期 蜂の子池層 古谷層**	大下層 玉川湖層**	中位段丘 堆積物	高野川層*	神崎層*	内の浦層*
高位段丘 堆積物**				双海層**	襖鼻層** 大江層	神越層**	
前 期			八倉層 ⁺ 郡中層		上倉層 ⁺		

*海成層を含む **くさり礫を含む +扇状地礫層を含む

まず、蒼社川との第四系の対比については、両者ともに先段丘の堆積層はなく、両河川流域の高位段丘では、本地域の古谷層は蒼社川流域の玉川湖層に対比される。更に、本地域の中位段丘の蜂の子池層は蒼社川流域の大下層に対比される。また、本地域における低位段丘の浅地層は蒼社川流域の三反地層に対比される。

次に、愛媛県中央部付近との対比について述べる。

本地域の高位段丘の古谷層は、松山市周辺では高位段丘堆積物(鹿島・高橋, 1980)に対比され、松山南方の双海町では双海層(高橋・満塩・鹿島, 1990)に対比される。また、佐田岬半島の三崎町付近では神越層(鹿島・袋瀬・満塩, 1991)に対比され、同じく瀬戸町付近では襖鼻層(鹿島・高橋・満塩, 1993)に対比される。最近、鹿島・満塩(1996)は四国西南部の愛媛県南宇和郡城辺町鼻地区より、 $0.82 \pm 0.18 \text{ Ma}$ (ジルコンのフィッション・トラック年代)を示すテフラを発見しているが、松山平野及びその周辺部の高位段丘堆積物中にもテフラの存在が報告されており(鹿島・高橋, 1980)、今後当地域の高位段丘堆積物である古谷層においてもテフラの発見とその年代の測定が期待されるところである。

また、本地域の中位段丘の蜂の子池層は、松山市では中位段丘堆積物(鹿島・高橋, 1980)に対

比され、双海町では高野川層（高橋・満塩・鹿島，1990）に対比される。さらに、三崎町付近では内浦層（鹿島・袋瀬・満塩，1991）に対比され、瀬戸町付近では神崎層（鹿島・高橋・満塩，1993）に対比される。

さらに、本地域の低位段丘の浅地層は、松山市周辺では低位段丘堆積物のⅠとⅡに対比される（鹿島・高橋，1980）が、ここで対比している他の地域では低位段丘堆積物は見られない。

最後に、本地域の完新統の朝倉村層は愛媛県各地の沖積平野下の沖積層に対比され、四国ではその全体の概要をまとめている（小椋・満塩・吉田，1989）が、高知県土佐市では波介層に対比される（満塩・野田，1994）。

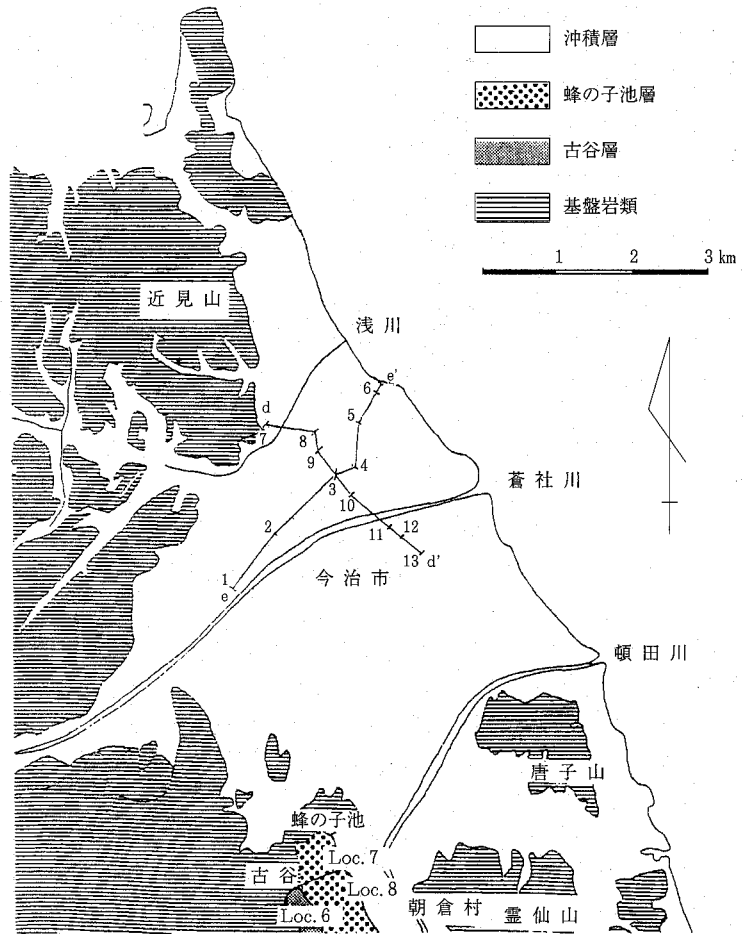


図6 愛媛県今治平野の第四系地質図

頓田川流域の環境変遷

Loc. は柱状図番号。数字は沖積平野下のボーリング位置（満塩ら，1995）

本地域の頓田川流域においては、高位段丘の古谷層形成時には、その分布高度からみて、頓田川は全流域にわたって現在の河床よりも約50mほど高所を流れていたものと考えられる。また、上流部の黒谷付近では、まだ現在のような深い谷は形成されておらず、当時は現在よりもかなり幅広く流れていたと考えられる。

本地域の中位段丘の蜂の子池層については、その勾配をみると、現在の頓田川の河床勾配とほぼ一致していることがわかる。これより、沖積段丘形成時には、頓田川は全流域にわたって、現在の河床より約30m高所を幅広く流れていたと考えられる。また、中位段丘面を延長することにより、当時の海水準は現在よりも、約30m高所にあったものと考えられる。また特に、上流部の黒谷付近では、中位段丘のみならず、全ての段丘面が頓田川の右岸にのみがその段丘面を発達させており、左岸では中位段丘の露頭は見られるが、段丘面は見られない。これより、頓田川上流部の黒谷付近では、頓田川は以前は現在より南方に位置しており、高位段丘形成時の中期更新世以降、北方へ側方下刻し続けて現在の谷を形成していったものと考えられる。

また、本地域の低位段丘の浅地層についても、その勾配をみれば、中位段丘と同様に現河床勾配

より大きく、沖積層の下まで潜り込んでいることが推定される。また、実際に現地において観察しても、頓田川の下流域には低位段丘がよく発達しており、その段丘面を追跡していくと、太之原付近で段丘面は見られなくなり、地形的にもその付近から扇状地が始まっている。このことから、まず頓田川は太之原付近より沖積層下に沈み込んでおり、また、低位段丘形成時、この付近より下流部で深い谷筋を形成していたと考えられる。そして、この低位段丘面を延長することにより、当時の海水準は現在よりも、約120mも低所にあったものと推定される。また、下流部とは異なり、上流部の黒谷付近では、河川は現在より約10m高所を流れていたと考えられる。また、太之原以降の下流では、頓田川の谷筋は蒼社川へまっすぐ流れ込んでおり、その流路は現在のように山口付近で曲がらずに、北北西方向に直進していたと考えられる。

やがて完新世になると、朝倉村一帯の最終氷期に形成された谷筋は溺れ谷になり、また、河川からの堆積物により太之原以降の下流は埋没し、太之原～古谷にかけて扇状地性の埋没谷を形成し、ついで今治平野を形成していったと考えられる。

また、この頃に頓田川が下流域で現在のような東方への流路を形成したと考えられる。頓田川は蒼社川よりも規模が小さく、さらに沖積層下に沈み込む地点から今治平野までの距離をみると、蒼社川が約2kmに対して、頓田川はその倍の約4kmある。このことから、完新世に今治平野はその大部分が蒼社川により形成され、頓田川はより低い方へ、そして蒼社川により形成された扇状地によって押しやられる形で、東流するようになり、今治平野の南部を形成していったものと考えられる。

まとめ

以上には、愛媛県東予地方・朝倉村の頓田川流域において、第四系の新たな地層群の定義を行い、さらには、愛媛県下の第四系の対比について述べた。これらを要約すると、以下のようになる。

- 1) 頓田川流域においては先段丘堆積物の丘陵はなく、高位段丘・中位段丘・低位段丘の各段丘面、及び、扇状地性の埋没谷や沖積平野の各面がみられる。
- 2) 更に本地域における高位段丘構成層は古谷層・中位段丘構成層は蜂の子池層・低位段丘構成層は浅地層と定義し、完新統は朝倉村層と命名した。
- 3) 第四紀における頓田川流域及び蒼社川流域の環境の変遷について述べた。

今後とも四国西部の第四系について報告する予定である。

謝 辞

本報告をなすに当たり、高知大学理学部地学教室の安田尚登助教授・岡本健太氏・植木岳雪氏には助言をいただき、また、人間・環境変動研究会の諸氏には格別の助力をいただいた。これらの方々に厚く感謝する。

引用文献

- 鹿島愛彦・高橋治郎・清水欣一：愛媛県水理地質図及び同説明書。1：15万。56p。農水省中国四国農政局(1980)
- 鹿島愛彦・高橋治郎：四国松山平野の環境地質学的研究(1)―松山平野とその周辺部の地質―愛媛大学紀要Ⅱ，(D)，9；1-16(1980)

- 鹿島愛彦・袋瀬六松・満塩大洗: 四国西部の環境地質学的研究, その6-愛媛県南予地方三崎町付近の第四系-
愛媛大学紀要Ⅱ, (D), 11; 55-61 (1991)
- 鹿島愛彦・高橋和・満塩大洗: 四国西部の環境地質学的研究, その7-愛媛県南予地方瀬戸町付近の第四系-
愛媛大学教養紀要, 26; 35-46 (1993)
- 鹿島愛彦・岡本健太・満塩大洗: 四国西部の環境地質学的研究, その11-愛媛県肘川中流域, 黒瀬川流域付近
の第四系における環境変化-。愛媛大学教養紀要, 28; 17-29 (1995)
- 鹿島愛彦・満塩大洗: 愛媛県南部城辺町での0.82Maテフラの発見とその意義。日本地質学会関西支部会報・
西日本支部会報告合併号(印刷中)(1996)
- Mitusio, T.: Marine Geology of Tosa Bay, Shikoku, southwest Japan-Marine Geology of very
shallow portions, part 12-. *Res. Rep. Kochi Univ.*, 15; 21-39 (1985)
- 満塩大洗・古川博恭: 四国地方の第四紀層。地質学論集, 30; 145-154 (1988)
- 満塩大洗・加賀美英雄: 四国の第四系。第四紀研究, 31 (5); 297-311 (1992)
- Mitusio, T. and Kashima, N.: Quaternary System along the Hiromi river and its tributaries,
southwestern part of Ehime Prefecture-Environmental Geology of West Shikoku, part 8-.
Mem. Fac. Sci. Kochi Univ. ser. E, Geology, 15; 21-39 (1994)
- 満塩大洗・野田耕一郎: 高知県土佐市の第四紀における環境変遷-土佐市高岡平野, 波介川流域の第四紀層。
高知大学研報, 43, 101-114 (1994)
- Mitusio, T., Takahashi, M. and Kashima, N.: The Early Pleistocene Ohkubo Formation near
Ohkubo, Johen Town, Southwestern End of Ehime Prefecture-Environmental Geology of
West Shikoku, part 10-. *Mem. Fac. Sci. Kochi Univ. ser. E, Geology*, 16; 33-44 (1995)
- 満塩大洗・五十嵐高雲・鹿島愛彦: 四国西部の環境地質学的研究 その12-愛媛県今治市蒼社川流域付近の第
四紀の環境変遷-。高知大学研報, 25, 101-123 (1995)
- 永井浩三・宮久三千年・野戸繁利・平岡俊光: 5万分の1土地分類基本調査, 表層地質図「今治東部・今治西
部」愛媛県(1977)
- 小椋正澄・満塩大洗・吉田泰治: 四国地方の軟弱地盤。土質工学会四国支部30周年記念集, 7-28 (1989)
- 高橋治郎・満塩大洗・鹿島愛彦: 愛媛県中予地方高野川付近の第四系。愛媛大学教育紀要, 10; 31-42 (1990)

平成8年(1996)9月30日受理

平成8年(1996)12月25日発行

