濃尾平野における自噴帯の変遷

安田 守*

Changes in Artesian Flowing Area in the Nobi Plain

Mamoru YASUDA*

Abstract

The area of flowing well is widely recognized in the Nobi Plain, and flowing groundwater has been developed with the improvement of technology for drilling. As modern industry has become prosperous, a large quantity of groundwater has been utilized mainly for textile and chemical industries.

In the early 1930s, the artesian flowing of shallow wells has stopped its characteristic phenomena, and those areas have been enlarged. During the high economic growth period in 1960s, the artesian flowing of deep wells with a high pressure head also stopped in some areas of the Plain. As the result of reduction in the discharge spring in the alluvial fan called "*Gama*", the number of local fresh water fish "*Hariyo*" living in the spring has also decreased.

It is pointed out from the present study that the artesian flowing well is recognized in the following four areas of the Nobi Plain : (1) North-eastern Ogaki City and eastern Ogaki City, (2) the terminal part of the Ibi River and the Kasu River alluvial fan in the northern Ogaki City, (3) the terminal part of the Ai River alluvial fan in the western Ogaki City and the south-eastern Tarui Town, and (4) the bank of the Makida River in the southern Ogaki City and Yoro Town. Because of the decrease in withdrawal of groundwater by the recent regulation of groundwater use, the area of artesian flowing shows little change as compared with previous conditions.

Key words : Artesian flowing well, Area of artesian flowing,
Discharge spring in alluvial fan

キーワード : 自噴井, 自噴帯, 扇端湧水

I. はじめに

濃尾平野には古くから自噴地下水帯が広がり、鑿井技術の進歩と相まって広く利用されてきた。また、平野北部から西部にかけての扇状地の末端地域では、「ガマ」と呼ばれる扇端湧泉が古くから貴重な農業用水源として利用されてきた。

近代工業が発達すると、繊維・化学を中心とする用水型工業が進出し、地下水の大量揚水が始まった。昭和のはじめには、早くも浅井戸の自噴停止

が始まっている(脇水, 1929)。その後も自噴の停止域は拡大し、なかでも戦後の高度経済成長期に入ると、圧力面の高い深井戸にも自噴停止がみられるようになった。これに伴い、地下水が自然湧出するガマも減少した。

本報告は、自噴帯の変遷を明らかにすることを目的に、自噴井およびガマの分布状況を聞き取りをまじえて調査した結果をまとめたものである。

* 岐阜県図書館世界分布図センター (World Distribution Map Center, Gifu Prefectural Library)

Fig. 1 Geological cross section in the Nobi Plain (after Tokai Regional Office of the Ministry of Agriculture and Forestry [1976]).

II. 濃尾平野の地形形成過程

日本でも有数の沖積平野である濃尾平野は、他の日本の大きな沖積平野が例外なく活発な沈降地域に発達しているのと同様、平野自体が沈降盆地に属している。これは西方に傾きながら沈降する基盤の沈降運動であり、中部地方一帯を一つの傾動地塊（中部傾動地塊）とするような傾動運動の中に組み込まれている。濃尾平野の沈降塊は、その西端を養老山地東麓の養老断層と、その延長にあたり伊勢湾を縦断する伊勢湾断層によって北西—南東方向に断ち切れ、南端はこれと交叉する東側の天白河口断層で画された、西方に傾き沈む傾動地塊である。

濃尾傾動盆地の時代、つまり第四紀中頃（約100万年前）に生まれたもう一つの大きな変化は、東海湖時代に東海湖という沈降盆地を南側の太平洋からはっきりと隔てていた山地が失われ、濃尾平野域まで海が浸入するようになったことである。そのために濃尾平野の沈降盆地は第四紀の氷河性海水準変動の影響をまともに受け、海退期の礫層、海進期の泥層が自然の連続的なサイクルで堆積するようになった（東海三県地盤沈下調査会、1985）。

平野周縁部には、上位から順に八事面・覚王山面・熱田面（各務原面）・小牧面（大曾根面）・鳥居松面などの洪積段丘が発達している。それらの面を構成する堆積物は平野西部に向かってゆる

やかに傾斜しており、沖積面下の堆積物に対比されている。沖積面下における第四系の層厚は最大500 mにも達し、西に厚く東に薄い傾向をもっている。堆積物は砂礫層・砂層・泥層の顕著な互層によって構成されており（Fig. 1）、そのうち最上部のきわめて連続性のよい礫層は第1礫層とよばれ、濃尾平野中・西部の第1帯水層となっている（海津、1979）。

III. 帯水層と水理地質構造

1950年代以降、濃尾平野南部において工業開発がさかんに行われるにつれ、工業用水を確保するために平野の深い帯水層を求めて多数のボーリングが実施され、その結果地下構造がしだいに明らかにされた。すなわち濃尾平野の地質構成は、沖積層・洪積層・鮮新統・中新統・基盤と規則正しい堆積がみられ、かつ傾動地塊運動の結果、各累層は平野東部に浅く、平野西部に漸次深く厚くなるという特徴を示している。とくに、沖積層と洪積層は海水準の変動と背後地の運搬・堆積様式の変遷により、細粒から粗粒へ、逆に粗粒から細粒へと堆積相が複雑に変化している。また、濃尾平野の沖積層の下部には、河成の厚い礫層が複数あり、伊勢湾北部から濃尾平野に至る地下に広く分布している。

これらの礫層は、上下を難透水性の粘土層に覆

われて被圧地下水のよい帯水層となっており、上から順に第1礫層、第2礫層、第3礫層と名づけられている。これらの第四紀層はいずれも東から西へ向かって傾斜しており、養老山地の麓を走る養老断層によって断ち切られている。その勾配は第1礫層の最下部で3.5/1000、第2礫層の最上部で6.0/1000と、下部へいくほど大きくなっている。これらの事実は少なくとも第3礫層堆積よりも前、おそらく100万年以上前から西側に養老断層の活動を伴いつつ濃尾平野が沈降し、反対に東側の丘陵や山地が隆起するといった傾動運動が継続してきたことを意味している（成瀬，1985）。

1. 第1礫層

更新世末の最終氷期は数万年前から海水準の小変動を伴いながら海面を次第に低下させ、2万年前には最低下期を迎えた。この時期の濃尾平野地域では、各河川が後退する海面を追って谷を刻みながらその河道を延長していった。最終氷期のピークに海水準の低下量は100 m以上に達したとされている。

濃尾平野における最も浅い被圧帯水層は一般に10～20 mの厚さの礫層であり、これを第1礫層と呼ぶ（東海三県地盤沈下調査会，1985）。この第1礫層は最終氷期の海面最低下期に河川によって運び込まれた河床礫から構成されている。第1礫層の基底の深度分布をみると、当時の侵食谷地形をよく表わしており、木曽三川は沈降の著しかった濃尾平野西縁部に集まり、-60～-90 mの深さに谷を刻みこんでいる。

この第1礫層は、濃尾平野における第1帯水層となっているものである（東海三県地盤沈下調査会，1985）。帯水層の条件として重要な礫層の層厚分布をみると、濃尾平野西縁では河口部の一部を除き20 m以上の厚さを有し、北方の揖斐川沿いの低地の地下では40 mもの厚さとなる。この礫層を上流へ追跡すると、その上面は約2/1000の勾配で浅くなり、平野東縁部ではもっとも新しい河岸段丘である鳥居松段丘をつくる礫層に、その北方では一段高い小牧段丘礫層につながる。さらに北では第1礫層の表面の深さは5 m以下とな

り、犬山扇状地を構成する礫層につながっている。

このように地表に砂礫層が分布する地域、すなわち、濃尾平野北部の木曽川および揖斐川などの扇状地地域、小牧台地をはじめとする東部の平野周縁の低位段丘堆積層、養老山地山麓部の崖錐性扇状地群はそれぞれ第1礫層と連続し、帯水層を形成している。この事実は最終氷期に海面が低かった頃（5～2万年前）には、犬山から伊勢湾北部にかけて広大な地域が扇状地になっていたことを物語るものである。当時の木曽川の谷は、濃尾平野の地下だけでなく、伊勢湾口の水深75 m付近まで海底の埋没谷として追跡されている。すなわち当時の海岸線は、現在の伊勢湾口付近にあったと推定されている。その後このような広い陸地の上に2万年前以降、沖積層を堆積させた海が侵入した。第1礫層上面には、この海面上昇期に一時的な海面の停滞あるいは低下によって形成された波食面と推定される平坦面が認められる（海津，1979）。

第1礫層は平野のほぼ全域に分布するが、この層を帯水層としてとくに集中的に揚水している地域は平野北部の扇状地地域、ないしはその外縁部が中心である。とくに西濃地方ではこの帯水層を対象とする井戸を古来「浅掘り」と称しており、深度50～60 m、層厚20 m前後で分布している。

2. 第2礫層

第1礫層と同様、最終間氷期に先立つ氷期の海面の大きな低下期に形成された堆積物で、その海面の最低下期は約16万年前頃の氷期と推定される。第2礫層も平野のほぼ全域にわたって分布し、有力な帯水層を形成している。また、第1礫層と同じく扇状地地域では表層から続く砂礫層につながっている。

第2礫層は被圧帯水層として安定していること、およびより浅い帯水層が過剰揚水による水位の低下が著しく渇水現象を呈したことなどから、昭和40年代に集中的に開発された。扇状地地域を除く全域にわたって揚水が認められるが、とくに一宮市・尾西市・大垣市を中心とした平野北部の工業地帯、および長島町・木曽岬町・弥富町等の平野南部農業地帯でこの層からの取水が盛んに行われ

Fig. 2 Changes in artesian flowing area in the Nobi Plain.

た。大垣市から羽島市周辺にかけての一帯では深度120 m以深、層厚15～25 m程度で分布し、この層から取水する井戸を「深掘り」と呼んでいる。一宮市以東では深度70～100 mと浅くなる。第2礫層より下位の砂礫層を帯水層としている井戸は主に第2礫層の利用分布地域と重複する。とくに

北部の工業地帯では深度が200 mを超える井戸が増え、深度を増大させることによって、大量の揚水を行う方法が取られた。一方、平野西部では帯水層が深くなるため、この層を対象とする井戸は少ない。

Ⅳ. 自噴帯縮小の推移

昭和初期には、大垣・蟹江・春日井地方を中心として、扇状地地域を除いた平野全域に広く自噴帯が分布していた (Fig.2)。これらの自噴帯の内、蟹江自噴帯と春日井自噴帯とが第三紀層中の自噴性被圧地下水であるのに対し、大垣自噴帯は洪積層中の被圧地下水であり、地質学的には両者に差違があるものの、当初は地域的につながっており、広大な自噴帯であったと推定される (東海農政局, 1976)。中でも大垣自噴帯は全国で最も規模の大きいものの一つであり、西は養老山麓、東と南は木曽川、北は揖斐川扇状地で囲まれた地域にあった。

第2次大戦後の高度経済成長に伴って被圧地下水の揚水量が増大すると、本地域に多大の恩恵を与えてきた自噴地下水も急激に圧力が低下し、自噴帯は急速に後退していった。1953(昭和28)年から1955(昭和30)年頃には、大垣自噴帯と蟹江自噴帯が分離し、大垣自噴帯も1959(昭和34)年頃より大垣地区と海津地区に分かれる形で順次縮小し(村下・森, 1962)、1960年代半ばになると海津町や平田町ではほとんど自噴しなくなった。

1970年には、自噴帯はほぼ揖斐川以西までさらに後退し、その範囲は大垣市を中心に安八郡神戸町南部・養老町・輪之内町西部となっている。大垣市でも揖斐川右岸沿いの犬ヶ淵・大井・築捨・平・馬瀬・古宮・米野・深池・外淵・釜笛・島里・内阿原・川口・難波野・今福・浅中・浅草・横曽根地区では自噴が停止しており、大垣市南東部から自噴帯の後退が進行しつつある。

1977年には、自噴帯はさらに縮小し、大垣市の広い範囲と神戸町南部の和泉・加納・前田・瀬古・輪之内町西部の里・福東・中郷・中郷新田・福東新田・塩喰・藻池新田・海松新田・大吉新田、および養老町南東部の梓ノ池・柳原など大巻の一部で自噴が停止した。

このように大垣自噴帯の変遷を辿ってみると、北限と西限については扇状地地域でわずかに縮小しているものの、大きな変化はないことが判る。

これに対し、東限は長良川・揖斐川を越えて西方へ後退し、南限は養老山地に沿って北西方へ著しく後退している点の特徴である。

Ⅴ. 自噴帯の現状

今回の調査によって自噴が認められた範囲は、(1)大垣市北東部から東部にいたる揖斐川右岸沿いの地域 (Fig. 2-①) (大垣市大島町・開発町・津村町・新開町・和合本町・加賀野・和合新町・小野・東町・波須・万石・上面・三本木・大村・小泉町)、(2)大垣市北部の揖斐川・粕川扇状地扇端部地域 (Fig. 2-②) (大垣市中川町・領家町・西之川町・三津屋町・北方町・興福地町、神戸町中沢)、(3)大垣市西部から垂井町南東部にいたる相川扇状地扇端部地域 (Fig. 2-③) (大垣市矢道町・長松町・長松町小寺・長松町新田・島町・十六町、垂井町表佐)、(4)大垣市南部から養老町にいたる牧田川沿岸地域 (Fig. 2-④) (大垣市上笠・西大外羽・上尾・高淵、養老町室原・色目・大坪・角田・杉本・北蛇持・南蛇持・飯田・飯積・祖父江・上江月・下江月・高田・烏江・飯ノ木・口ヶ島・大跡・西岩道・岩道・栗笠・上之郷・下笠・構・有尾・横屋・田・三ツ屋・大場・大野・江ノ橋・根古地・大代・釜段・駒野新田・小坪・高柳) の4地域である。

今回の調査結果を1977年当時の状態と比較すると、自噴帯の範囲にはほとんど差異が認められなかった。濃尾平野の地下水位は地下水揚水量の増加により昭和30年代から下がり続け、昭和47~49年が最も低く、地盤沈下も著しかった。その後、揚水規制等の施策と合わせた水源転換の為の施設の整備により、地下水揚水量は昭和47年頃をピークに減少し、地下水位は順次回復しつつある (Fig. 3) (東海三県地盤沈下調査会, 1996)。今回の調査結果は、このような状況を反映していると考えられる。

現在の自噴地域を地下水系の分類 (村下ほか, 1954) との関連からみると、揖斐川地下水系および相川・牧田川地下水系ということになる。揖斐

Fig. 3 Long term changes in the ground-water level in Ichinomiya City, Aichi Prefecture (after Research Group for Land Subsidence in Tokai Prefectures [1996]).

川右岸沿いの自噴地域では土管積みの深井戸が多くみられることから、揖斐川からの涵養が盛んであることが示唆される。大垣市北部および大垣市西部・垂井町南東部はそれぞれ揖斐川・粕川扇状地、相川扇状地の末端に位置し、被圧水頭面はそれほど高くない。一方、養老町を中心とする自噴地域は牧田川扇状地の末端から氾濫平野にかけて広く分布しており、この地下水系に限っていえば、これまで際立った自噴帯の縮小はなかったものと考えられる。

VI. 扇端湧泉とハリヨ

西濃平野周縁部の扇状地で涵養された地下水は、被圧地下水となって流下するばかりでなく、一部は扇状地末端部で自然に湧出している。この扇端湧泉を西濃地方では「ガマ」と呼んでいる。かつてガマが分布していた地域を聞き取りにより調査した結果、ガマは一部の地域を除いて標高10mを中心に、おおよそ標高5~20m付近の扇状地末端部に帯状に分布しており、大垣自噴帯の北部および西部と重なることが明らかとなった (Fig. 4)。また、長良川、根尾川、揖斐川・粕川などの比較的大きな扇状地の末端部では、ガマの分布する幅

Fig. 4 Distributions of "Gama" spring in the western part of the Nobi Plain.

が広いのに対し、相川・牧田川・養老山麓などの小さな扇状地の末端部では分布範囲が狭くなっている。ガマは、戦後の地下水揚水量の増加や土地改良事業の実施等によって減少し、現在ガマが残っている主な地区は、岐阜市曾我屋、真正町十四条、巣南町十七条・十八条、池田町八幡、大垣市北方町・西之川町・矢道町、垂井町綾戸・表佐、および養老町飯ノ木以南の養老山麓扇状地群の扇端部沿いである。これらの地域は現在の自噴地域と隣接または重なっており、自噴帯とガマとの関連性

を示唆するものとして興味深い。

一方、ガマの減少に伴って、ガマのような湧水の豊富な水域に生息していたハリヨ（トゲウオ科）も減少の一途をたどっている。かつては、琵琶湖東岸と濃尾平野西部の一带に広く面的に分布していたが、現在の分布は点的、局地的になっている。このハリヨは北半球に広く分布するが、西美濃のハリヨ生息地が世界の南限に位置することは特筆すべき点である。本来、北方系の魚であるハリヨが北緯35度の西美濃の地に生息できるのは、夏期の水温が20度以上にならない湧水地域があるからである。ハリヨの生息は湧水の存在と一体であり、湧水が枯渇すればハリヨは絶滅してしまうおそれがある（南濃町教育委員会，1991）。

近年一部の地域では、ハリヨの保護に積極的に乗り出したり、ハリヨを通して身近な環境を保全しようという啓発活動が行われている。人家や工場からの排水は湧水の激減とともに、ハリヨにとってばかりでなく住民にとっても大きな環境問題であり、水質保全に対する意識が芽生えつつある。ハリヨは、大垣市と池田町では岐阜県指定、南濃町では町指定の天然記念物となっている。また、垂井町では「町の魚」であり、垂井町教育委員会は「表佐ハリヨ生息地」を天然記念物に指定し、表佐ハリヨ保存会が湧水地域に池を作り、保護活動を行っている。

VII. ま と め

1. 自噴井の分布範囲は1977年と比較してほとんど変化していないことが認められた。
2. 自噴が認められた4地域のうち、揖斐川右岸沿いの地域は深井戸のみ自噴、大垣市北部および大垣市西部・垂井町南東部地域は深井戸を中

心に一部浅井戸も自噴、大垣市南部から養老町にいたる地域は深井戸・浅井戸ともに自噴している。

3. 現在残っている扇端湧泉のガマは、自噴地域に隣接または重なって分布している点が特徴である。

参考文献

- 海津正倫（1979）：更新世末期以降における濃尾平野の地形発達過程，地理学評論，52，199-208。
- 東海三県地盤沈下調査会（1985）：「濃尾平野の地盤沈下と地下水」，名古屋大学出版会，35-76。
- 東海三県地盤沈下調査会（1996）：「平成7年における濃尾平野の地盤沈下の状況」，46-68。
- 東海農政局（1976）：「濃尾平野の地下水（その1）」，11-87。
- 成瀬 洋（1985）：河成堆積平野の種々相－濃尾平野．貝塚爽平・成瀬 洋・太田陽子著「日本の平野と海岸」，岩波書店，36-44。
- 南濃町教育委員会（1991）：「わき水の魚ハリヨの生活史」，1-6。
- 村下敏夫・比留川貴・尾崎次男（1954）：濃尾平野工業用水源地域調査報告－大垣自噴帯を中心として－，地質調査所月報，5-12，1-20。
- 村下敏夫・森 和雄（1962）：岐阜県南西部の被圧地下水－とくに自噴機構について－，地質調査所月報，13-12，55-61。
- 脇水鐵五郎（1929）：大垣市の地下水問題．薬城会誌，第百巻輯，1-2。

（受付 1999年1月8日）

（受理 1999年4月16日）

この論文に対する「討論」を1999年11月30日まで受け付けます。