

圧地下水を大量に汲み上げている傾向が認められる。

平野全体では、工業用水60%，水道用水が26%，ビル用水が9%，農業用水が5%となっており、圧倒的に工業用、水道用の揚水量が多い。しかし、井戸本数でみると、農業用、ビル用ですべて半分近くに達し、その利用の仕方に大きな違いがあることがわかる。

1950年代には、岡崎市内でも矢作川沿いに自噴帶が存在していたという⁽³⁾。ところが現在は完全に消滅しており、そればかりか地下水位の低下は平野全体に広がっている。たとえば、豊田市などの深井戸は、1965年以降、20m近くも水頭が低下している。臨海部においては、ほとんどの地域で水位が海拔以下にあり、碧南市で海拔-10m、幡豆町で-5mを記録している。このため、1,000ppm以上のCl⁻濃度をもつ井戸が一部に現われ、塩水化の進行が危惧されている⁽²⁾。

一方、地盤沈下も座視できないものがある。矢作古川の河口を中心とした範囲で、毎年1cmから2cmずつ沈下しており、もともと標高の低い干拓地のため、沈下量の増大と範囲の拡大は、今後地域社会に大きな影響を及ぼしかねない。

岡崎平野全体でみると、すでに許される揚水量は超えつつあると判断される。とくに、比湧出量の小さな矢田川累層からの大量取水は、水位の異常低下といったかたちで現われ、地下水の涸渇や地盤沈下につながっていると考えられる。

(永田 聰)

参考文献

- (1) 愛知県(1976): 西三河地域地下水の実態調査報告書
- (2) 愛知県(1978): 地下水利用等基礎調査報告書——愛知県における地下水問題の状況——
- (3) 地質調査所(1961): 木曾川左岸・矢作川および豊川流域水理地質図説明書

4. 伊勢平野

(1) 地形・地質

伊勢平野は、養老、鈴鹿、布引および高見山地と伊勢湾のあいだにある南北に細長い平野で、その中には桑名、四日市、鈴鹿、亀山、津、松阪、伊勢などの三重県内の主要都市が位置している。

伊勢平野の地形は、鮮新世の奄芸層群による丘陵地と洪積台地および沖積低地により構成されている。平野の背後にある養老山地、鈴鹿山地、布引山地および高見山地は、古生層、花崗岩類および中新世の堆積岩類などからなり、さらに平野南部の山地には領家変成岩類と三波川変成岩類が分布している。伊勢平野と鈴鹿、布引山地のあいだには一志断層があって、山地の東縁はこの断層に沿う顕著な断層線崖の地形をなしている。

奄芸層群は古琵琶湖層群に対比される湖成層で、礫岩、泥岩、凝灰岩、亜炭などの地層よりなり、厚さは全体で1,500mに及ぶ。奄芸層群の構造は単純ではなく、亀山付近や桑名付近にみられる向斜、背斜構造、桑名や四日市背後の丘陵地に沿う非対称の背斜構造(桑名背斜)、一志断層に沿う急傾斜帶などがあってやや複雑な構造を示す。全体として、南部の津、松阪方面に下部の地層が、北部の員弁郡藤原町方面に上部の地層が分布する。奄芸層群は、下位から上位へ、小

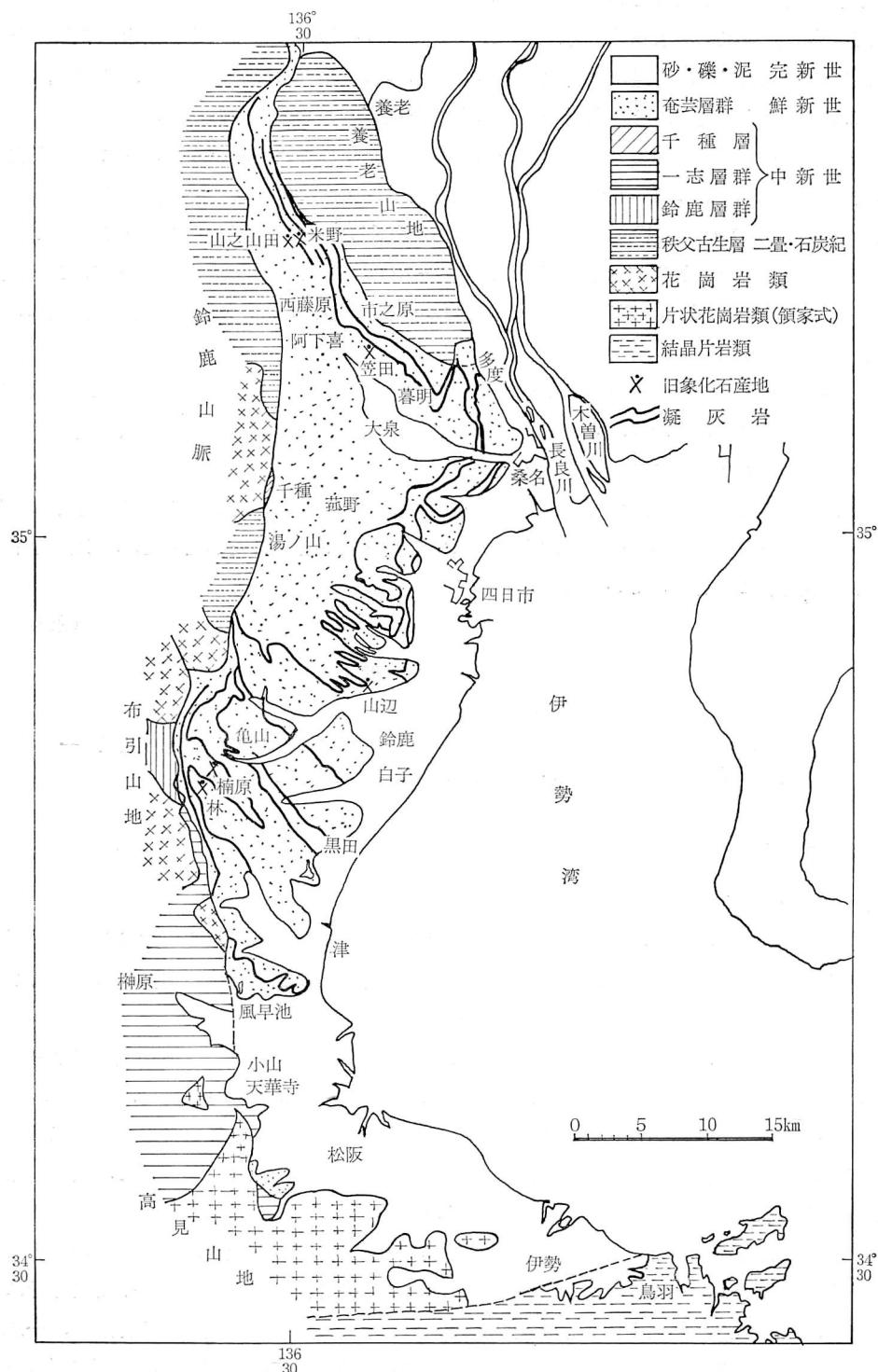
図2-5-30 伊勢平野の地質概略図（竹原⁽⁵⁾による）

表 2-5-7 伊勢平野の地質層序と地下水の関係

区 分		地 域	平 野 地 表		臨海平野地下	地下 水 の 賦 存 機 構		
			北伊勢地方	中・南伊勢地方				
第 四 新 世 紀	完新世	沖積層	富 田 浜 層 四 日 市 港 層		上部砂層 U S 上部粘土層 U C	○		
			低 位 段 丘 群	低 位 段 丘 碓 層	小 森 碓 層	○		
	更 新 期	中 位 段 丘 群	中 位 段 丘 碓 層 御 館 層	高 茶 屋 碓 層 久 居 層	下 部 砂 碓 層 L S 下 部 粘 土 層 L C	●		
						○		
第 三 紀	鮮新世	丘 陵 地	高 位 段 丘 群	高 位 段 丘 碓 層	諸 戸 山 碓 層 羽 野 碓 層	○		
				蓮 花 寺 累 層	見 当 山 累 層			
	中 新 世			奄 芸 層 群	奄 芸 層 群	●		
				千 種 層	一 志 層 群 鈴 鹿 層 群	(水文学 的基盤)		
先 第 三 紀		山 地	古 生 層	領 家 变 成 岩 類 三 波 川 变 成 岩 類				

○ 不圧地下水 ● 被圧地下水

山礫岩層，楠原挟炭層，亀山層，暮明層，大泉層，米野層の6累層に細分されている（竹原，1960）。

奄芸層群を覆う段丘堆積物はほとんどが扇状地性の堆積物で、高位，中位，低位の各段丘群をかたちづくっている。この中で、中位段丘堆積物の一部に海成層を含むこともある（御館層，久居層など）。

沖積低地の堆積物は伊勢湾に注ぐ中小の河川沿いに発達しており、臨海部では小規模なデルタを形成している。臨海平野の沖積層は上部砂層と上部粘土層に区分されている。また、臨海平野においては、この沖積層の下位に砂礫および粘土よりなる新期洪積層が埋没しており、下部砂礫層，下部粘土層と呼ばれている（建設省計画局・愛知県・三重県，1962，桑原，1978）。

これらの段丘，沖積低地の堆積物のほか，鈴鹿山地東麓の一志断層沿いには，かなり規模の大きい新旧の崖錐性堆積物が分布している（図2-5-30）。

伊勢平野において、被圧地下水は奄芸層群と臨海平野の埋没洪積層中に、不圧地下水は各段丘堆積物と沖積層中に主として賦存している。表 2-5-7 は、伊勢平野の地質層序と地下水との関係について示したものである。

(2) 地 下 水

伊勢平野で地下水利用の盛んなところは、四日市臨海工業地帯を中心とする北伊勢地方で、ついで松阪市，伊勢市を中心とする南伊勢地方となっている。

北伊勢地方では、古くから浅井戸、集水池、集水トンネル（マンボ）などによる不圧地下水の利用が盛んなほか、掘抜自噴井による被圧地下水の利用が行われてきたが、1950年代以降、四日市臨海工業地帯の発展に伴って深井戸による被圧地下水の利用が増大し、臨海平野部の地下水の低下が著しくなった。1957年に、四日市地区は「工業用水法」の指定をうけ、1962年の法改正時には、地盤沈下の進行が確認されたことから、指定面積が拡大され、現在のように四日市市の一帯と三重県楠町にわたる 30 km^2 が指定地区となった。北伊勢地方の臨海平野の地盤沈下は1961年から始められた水準測量によって明らかになったもので、沈下量は大きいところで年間100 mm を越えていた（北伊勢地盤沈下調査会、1967）。

南伊勢地方で地下水利用の盛んなのは、松阪市の臨海平野や伊勢市の宮川、五十鈴川下流デルタである。この地域は、浅井戸による不圧地下水の利用が主体で、一部で塩水浸入の被害が生じている（東海農政局、1967）。

このように、伊勢平野では、河川の規模が小さい北伊勢地方で地下水の利用度が高く、とくに四日市臨海工業地帯の発展によって、地下水位の異常低下や地盤沈下現象が現われるなど、水需要のひっ迫に伴って地下水障害が生じている。このため、北伊勢工業用水道の建設が行われ、また総合利水計画として三重用水事業が実施されている。

北伊勢地方には、奄芸層群を基盤にして、扇状地性の段丘堆積物よりなる台地および沖積低地が発達しているが、その地形分布には著しい特徴がみられる。

すなわち、地域の西側には比高700 m 以上の急崖をもつて鈴鹿山脈が南北方向に走り、その東麓に扇状地性の洪積台地が発達し、丘陵地をへだてて臨海低地に連なっている。すなわち、北伊勢地方の大きな地形配列は、西から東へ、山地、台地、丘陵地、臨海低地と南北に長い帯状分

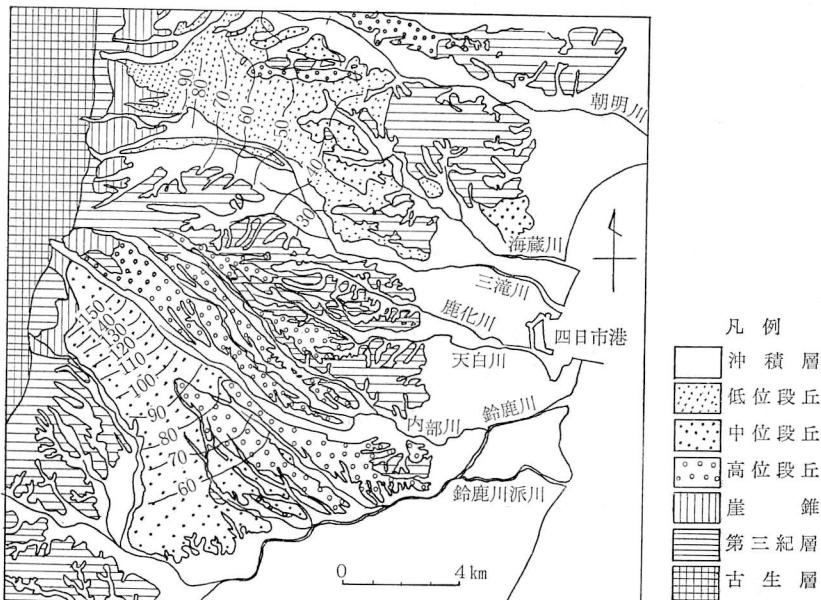


図 2-5-31 北伊勢地方の地形面区分と不圧地下水水面図
(東海農政局⁽¹²⁾および山本⁽¹⁴⁾による)

布を示している。この特異な地形配列は、ここでの地質構造と密接な関連をもっており、鈴鹿山地の東縁を画する一志断層と桑名背斜の存在がそれを大きく支配している。

桑名背斜は、臨海平野の背後にある丘陵地のところで北東～南西ないし南北に走る非対称性の背斜構造をなすもので、奄芸層群は背斜軸の東側で15～30°、最大50°、西側で10°からほぼ水平に近く緩く傾斜している。背斜軸は海蔵川沿いのところで雁行する。高位段丘礫層がこの背斜構造により変位を受けており、高位段丘礫層堆積後にも撓曲運動が行われたものと推定されている。この桑名背斜と養老山麓および鈴鹿山麓の一志断層のあいだで、奄芸層群は1つの被圧盆地の構造をかたちづくっている。

段丘地形は、鈴鹿山地の東麓から、桑名背斜の通る丘陵地にかけてよく発達しており、高位、中位、低位の各段丘群に分けられる(図2-5-31)。これらの段丘群を開析して流下する町屋川、朝明川、海蔵川、三滝川、内部川、鈴鹿川、御幣川沿いには、浅い谷底低地が発達しているが、台地部において、これらの河川は伏流性であることが多い。

北伊勢地方の不透地下水の主要帶水層は、高位段丘礫層、低位段丘礫層および沖積層である。中位段丘礫層は層厚が薄いため、不透地下水は埋没する高位段丘礫層の中にある。

内部川および鹿化川流域にある高位段丘(水沢面)の地下水水面は一般的に深く、冬期に14m以上に及ぶ井戸もある。豊水期と湯水期の水位差は3m前後から、大きいところで8mである(図2-5-32)。

中位段丘(深伊沢面)の地下水水面は高位段丘に比べて一般に浅く、豊水期には地表面下1～3mのところまで水位が上昇するところが多い。これは、地形面の保存がよく、埋没高位段丘礫層の地下水位が豊水期に著しく上昇し、薄い中位段丘礫層中に一時的に含まれる地下水と連結するた

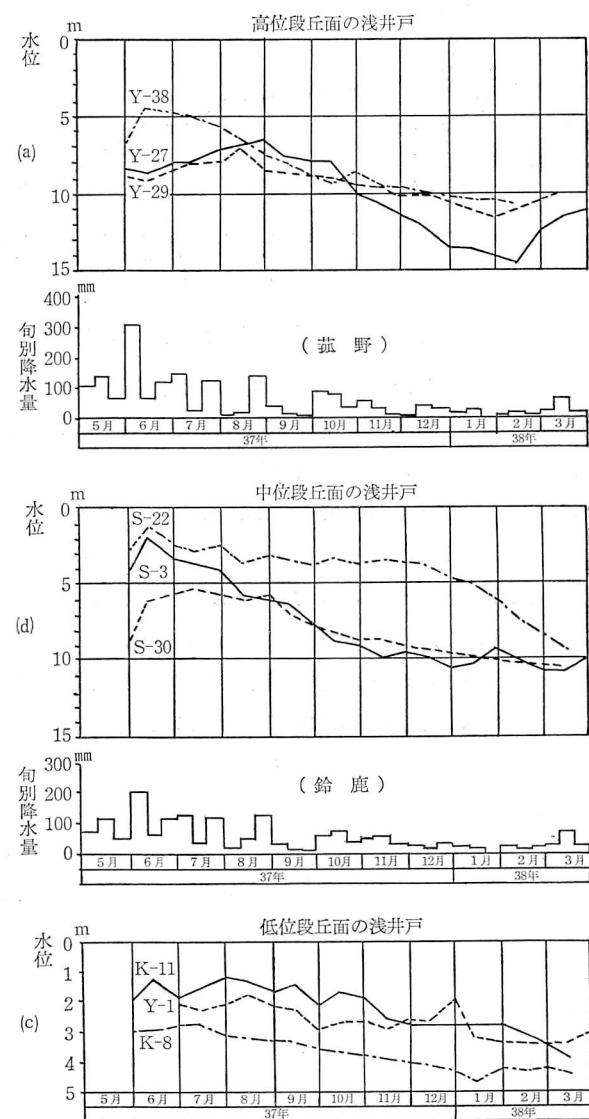


図2-5-32 北伊勢地方の各段丘の不透地下水水位の変化
(東海農政局⁽¹²⁾による)

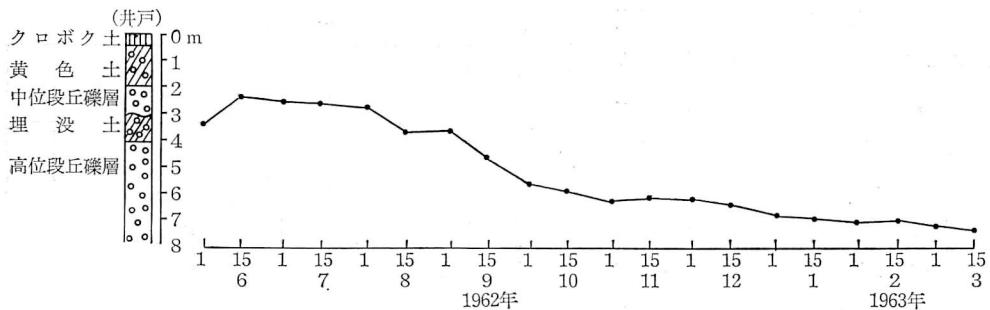


図 2-5-33 中位段丘の地質断面(山本新田マンボ付近)と地下水位変化(東海農政局⁽¹²⁾による)

めと思われる。したがって、豊水期には中位段丘礫層中にまで地下水面が上昇するところでも、渴水期になると埋没高位段丘礫層中に水位はさがってしまう（図2-5-33）。豊水期と渴水期の水位差は2m前後から、大きいところで約9mである。中位段丘の地下水面は、図2-5-31に示すように、現地形面ときわめて似たかたちをもっている。

朝明川、海蔵川、三滝川流域にある低位段丘の地下水水面は、地表面より1~4mと浅く、季節変動も大きいところで2mぐらいで、高位段丘、中位段丘地帯に比べて小さい。

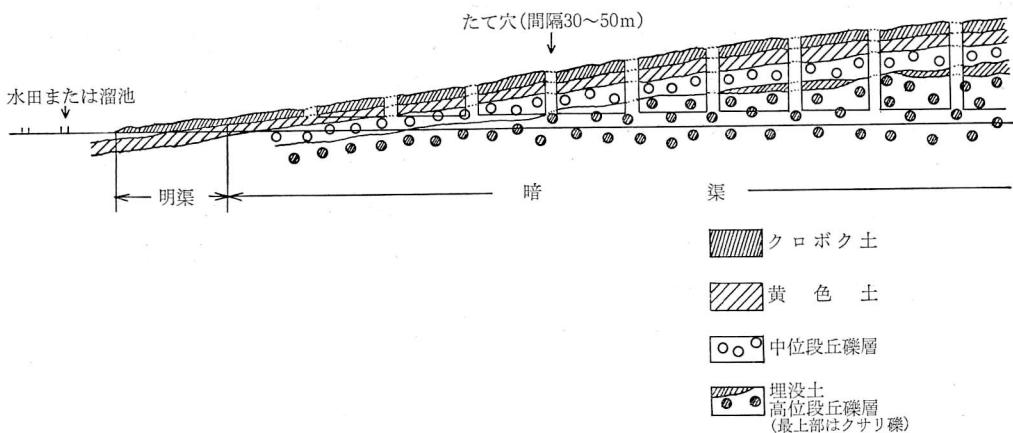
低位段丘には、かんがい用の浅井戸が多く、また菰野町を中心に「湧水池」と呼ばれる素掘りのかんがい用の地下水利用施設が40カ所以上存在する。池の水深は0.3~3m、面積は40~1,200m²から、大きいもので3,500m²に及ぶ。かんがい面積は1つの池当たり5~20haである。

北伊勢地方の被圧地下水の主要帶水層は奄芸層群であるが、さきにも述べたように、この地方で奄芸層群は養老、鈴鹿の両山地の山麓と桑名背斜のあいだで、1つの被圧盆地の構造をかたちづくっている。桑名背斜西翼の高位段丘の谷底低地から、北部の低位段丘地帯、さらに町屋川流域の谷底低地にかけて自噴帶となっており、掘抜自噴井が多数存在する。掘抜井戸の深さは、南部の高位段丘の谷底低地で20~180m、低位段丘地帯で一般に深くなつて150~360m、町屋川の低地では60~200mである。自噴水の水温は一般に16°C以上で高く、深い井戸では29°Cにもなるものがある。水質は鉄分が多いなど、一般にあまり良好とはいえない。

近年、これらの掘抜自噴井のほかに、台地上において口径の大きな深井戸がふえてきている。深井戸の深度は 200 m どまりで、比湧出量は $16 \sim 310 \text{ m}^3/\text{d/m}$ とかなり幅があるが、 $50 \text{ m}^3/\text{d/m}$ 以下のものが半数を越える。

桑名背斜東翼部の四日市臨海工業地帯には220本以上の深井戸があるが、これらの比湧出量は、200m以浅の井戸で $290\sim480\text{ m}^3/\text{d/m}$ 、200m以深の井戸で $190\sim290\text{ m}^3/\text{d/m}$ で(歳田・村下、1967)、背斜西翼部に比べて採水効率がよい。四日市臨海平野の被圧地下水の帶水層は、沖積層の下位にある埋没洪積層の砂礫層(LC)と奄芸層群の暮明層あるいは大泉層の礫まじり砂層、砂礫層である。桑名背斜より西の地帯の被圧地下水の主帶水層は、大泉層より下位の亀山層の礫まじり砂層であると推定される。

四日市臨海工業地帯の工業用水法指定地域内の揚水量は、1963年～1966年当時で、月別の平均日量は最大15万m³、最小7万7,000m³であり、平均して日量10万8,000m³の地下水が30km²の地域の中で汲み上げられている（北伊勢地盤沈下調査会、1967）。

図 2-5-34 マンボの地質断面模式図（東海農政局⁽¹²⁾による）

津市周辺より伊勢市にかけての中伊勢、南伊勢平野では、安濃川、雲出川、櫛田川、宮川、五十鈴川などの主要河川沿いに沖積低地と段丘群が発達しており、雲出川、宮川、五十鈴川の下流部を中心に、浅井戸や集水池、集水暗渠、湧泉による不圧地下水の利用が盛んである。深井戸による被圧地下水の利用は、雲出川下流の一志郡三雲村を除いてあまりなされていない（東海農政局、1967）。ことに、櫛田川と宮川のあいだの低地で深井戸がきわめて少なく、加圧層となる沖積、洪積粘土層（UC・LC）がここではほとんど発達していない（桑原、1977）ことにもよるものと思われる。中伊勢地方の安濃川および雲出川下流低地と南伊勢地方の五十鈴川下流低地では、加圧層が比較的発達しているため、ここでは深井戸による被圧地下水の利用がみられる。

北伊勢地方で被圧地下水の主要帶水層となっている奄芸層群は、中伊勢、南伊勢地方になると、難透水性の下部の層準の地層が分布するようになるため、この地域の奄芸層群は、水文地質的に基盤を構成する地層となる。

（3）集水トンネル（マンボ）による地下水利用

北伊勢地方における特異な地下水利用施設として、段丘礫層中の地下水を素掘りの長いトンネルで地表にみちびいてくる「マンボ」がある。マンボは、内部川の右岸側の台地（中位、高位段丘）と員弁郡の台地において、あわせて 154 カ所ほど確認されている。マンボには図 2-5-34 のように、30~50 m おきにたて穴（ひあなと呼ばれる）があるが、これはマンボをつくるとき、まず下流側から順にたて穴が掘られ、そのあいだをトンネルでつなぐという方法がとられたためのものである。このたて穴は現在でも冬期に「マンボざらえ」をするときに利用される。

マンボの起源は幕末頃にあると推定されているが（小柳・菊池、1941），おもに掘られたのは明治年間で、大正から昭和の初期にかけても掘られている。トンネルは長いもので 1,200 m に達するものがあり、トンネルの出口から開水路が付随していることが多い。マンボによって集水された地下水はそのまま水田にみちびかれるか、あるいは温水効果もかねて一たんため池に貯水してから利用している場合も多い。冬期は地下水表面が低下するので、マンボの中は水はまったく流れていなか，あるいは流れても微量である。トンネル内の掃除、土砂の浚渫はこの時期に行

っている。また、かつての掘削工事も冬期に行われたようである。

マンボの規模は、鈴鹿市山本新田にある注連マンボ、開墾マンボなどでみると、たて穴は $0.7 \times 2.0\text{ m}$ の矩形型、よこ穴は幅 1.0 m 、高さ 1.2 m ぐらいである。よこ穴は、このほか、高さが $0.7 \sim 1.0\text{ m}$ 、幅が 0.6 m ぐらいで、人がかがんで通れる程度のものが多い。

図2-5-34は中位段丘にあるマンボの一般地質断面を示したものであるが、トンネルはクロボク土、黄色土、中位段丘礫層、埋没高位段丘礫層をつらぬいている。一般に、冬期には地下水水面が低下して、マンボの底は地下水より高い位置にあるが、地下水水面が上昇してくると、マンボの上流側が地下水面上下になってくるため、トンネル内を水が流れようになる。豊水期になると、図2-5-33のように、地下水水面は中位段丘礫層中にまで上昇する所以があるので、集水トンネルとして機能が十分に発揮されることになる。

マンボによるかんがい面積は内部川左岸の台地で約 200 ha に及び、現在でも無水地帯の貴重な水源として機能しているが、降水量に左右されて水量が不安定なことや施設の維持管理に今後の問題点を残している。

マンボは、その掘削の技術と形態が、大陸の乾燥地域にある集水トンネル、たとえばイランのカナート、アフガニスタンのカレーズ、中国の坎井、北アフリカのフォガラなどと酷似している。しかし、マンボのつくられた時代は紀元前に起源をもつといわれる大陸のものよりもはるかに新しく、規模もずっと小さい。

北伊勢地方のほかにマンボと呼ばれる集水トンネルは岐阜県垂井町と関ヶ原町の扇状地に227カ所あることが新谷(1973)により報告されているが、このマンボにはたて穴がなく、トンネルは石積みあるいは土壁で、断面も小さいため、人が中に入ることはできない。このほか、たて穴のある北伊勢地方のマンボと同じ形態のものが、淡路島南部の小扇状地にある(近畿農政局, 1972)。このように、マンボに類似した集水トンネルは、水利条件の劣悪な扇状地、段丘、山麓の崖錐性斜面などに限定されて分布しており、その成立を促した技術的、社会的背景の解明は、内部川右岸台地のマンボの受益地に残っていた慣行農法としての直播栽培と、その後の水稻早期栽培への移行の問題などともあわせて農業水利史上興味ある研究課題であると思われる。

(高橋 一)

参考文献

- (1) 小柳 弥・菊池和雄(1941): 三重県鈴鹿郡下の「マンボ」に拠る地下水利用について(第1報), 三重高農学報, No. 11, 1~16
- (2) 嘉藤良次郎(1957): 養老山脈南縁の地質構造および鈴鹿山脈の形成, 地質雑誌, 63, 475~484
- (3) 林 唯一・加納富夫・林 幹雄(1958): 三重県四日市付近の新生代層, 愛知学大研報, 7, 79~105
- (4) 赤嶺秀雄(1959): 三重県北部地方の新生代層, 資源綜合開発研報, 1, 51~60
- (5) 竹原平一(1961): 伊勢湾西岸の奄芸層群層序, 横山次郎教授記念論集, 45~50
- (6) 経済企画庁(1961): 土地分類基本調査 地形・表層地質, 土じょう調査「四日市」
- (7) 竹原平一・木村一朗(1962): 伊勢湾西岸の段丘と第四系(予報), 第四紀研究2, 4—5, 188—195
- (8) 木村一朗(1972): 三重県津市周辺の段丘面と第四系, 愛知学大研報, 11, 91~98
- (9) 建設省計画局・愛知県・三重県(1962): 伊勢湾北部臨海地帯の地盤, 都市地盤調査報告書・第1巻
- (10) 建設省計画局・三重県(1962): 伊勢湾南部臨海地帯の地盤, 都市地盤調査報告書, 第2巻
- (11) 森 和男・村下敏夫・後藤隼次(1963): 三重県四日市市およびその周辺における被圧地下水について

ての再検討、地調月報、14, 6, 43~52

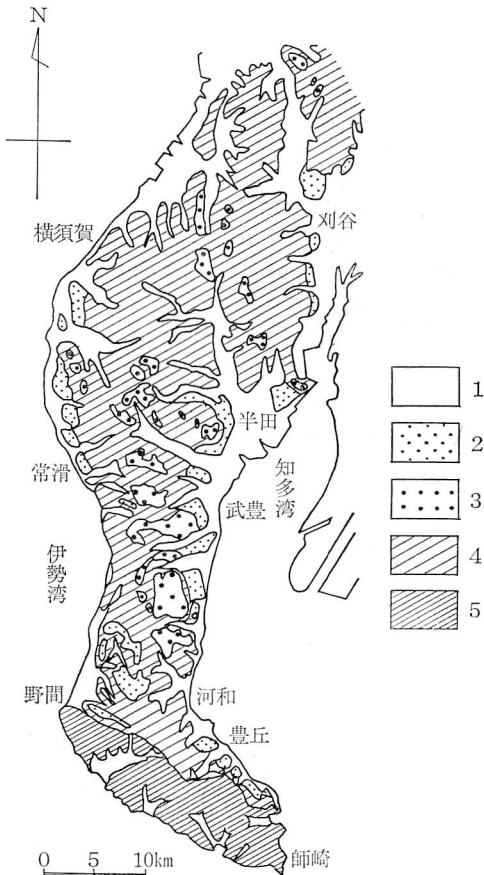
- (12) 東海農政局計画部 (1965): 農業用大規模地下水調査報告書 鈴鹿東部
- (13) 東海農政局計画部資源課 (1967): 農業用地下水調査特殊地区地下水調査報告書 (東海三県下の地下水取水施設台帳の集計とその検討)
- (14) 北伊勢地盤沈下調査会 (1967): 北伊勢地盤沈下調査報告書
- (15) 名古屋大学地盤変動研究グループ (1967): 伊勢湾北部地域地盤沈下調査研究報告書
- (16) 服部義男 (1971): 三重県鈴鹿山麓北部のマンボ灌漑の研究、愛知教育大地理学報、36・37, 95~101
- (17) 木村一朗 (1971): 伊勢湾西岸地域の中位段丘、竹原平一教授記念論集、1~12
- (18) 松井和夫 (1971): 三重県北部の第四系、竹原平一教授記念論集、13~26
- (19) 樋根 勇・田中 正・肥田 登 (1973): 三重県のマンボについて、地理評、46—9, 600~604
- (20) 新谷一男 (1973): 垂井盆地のマンボの構造と掘さく、地理の広場、No. 18
- (21) 田中欣治 (1975): 北勢地方のマンボ—研究の動向と関連して—、三重県の地理、三重文芸社
- (22) 水谷正一・木本凱夫 (1977): マンボと地域農業、環境文化、No. 20 50~55
- (23) 桑原 徹 (1977): 三重県臨海平野の地盤構成、地盤沈下に関する調査研究報告書、三重県生活環境部・三重県地盤沈下調査研究会

5. 知多半島

(1) 地形・地質

伊勢湾の東の縁を占める知多半島は海拔0~80 m の丘陵および台地がほとんどを占め、平地は海岸に沿ってわずかに分布するにすぎない。稜線が伊勢湾に寄るため、知多湾側は緩い斜面が続いている。

半島を構成する地質は、半島先端部が泥岩の卓越した泥岩、砂岩、凝灰岩の互層よりなり、中新世の師崎層群と呼ばれている。さらに、半島中部から基部にかけた半島のほぼ全域は、下位の師崎層群を不整合に覆って、半固結の砂礫、シルト、粘土、ところどころ凝灰岩や亜炭を挟む地層が分布している。これらは、鮮新世から更新世にかけて、主に湖沼に堆積してきたもので、常滑層群と呼ばれる。この常滑層群をさらに覆って海成の堆積物がみられ、標高60 m から80 m の間と、標高40 m 以下にそれぞれ堆積面をもつもので、礫、砂、シルトによりなる。その厚さは10 m 以上のところもみられるが、普通は5 m 前後の場合が多い。標高60 m 以上の堆積面の砂礫は強く風化し、くされ礫となっている部分が多い。図2-5-35に知多半島の地質の概要を示した。



1: 沖積層, 2: 中位段丘堆積物, 3: 高位段丘堆積物
4: 常滑層群, 5: 師崎層群

図2-5-35 知多半島地質概要図
(糸魚川による⁽¹⁾)