岐阜—一宮断層の再評価 ——平野部における断層の認定についての問題点——

名城大学教職センター* 杉崎 隆 一
名古屋文理大学情報文化学部** 柴 田 賢

Reappraisal of the Gifu-Ichinomiya Fault

—Points at Issue for Recognition of Concealed Fault under an Alluvial Plain—

Ryuichi SUGISAKI*

Center for Teacher Education, Meijo University, Shiogamaguchi, Tenpaku,
Nagoya 468-8502, Japan

Ken SHIBATA**

School of Information Culture, Nagoya Bunri University, Inazawa-cho, Inazawa,
Aichi 492-8520, Japan

(Received July 11, 2003; Accepted November 4, 2003)

A concealed fault named “the Gifu-Ichinomiya Line” along the eastern margin of the Nobi Plain was stratigraphically reexamined. This fault has been regarded as an active fault concealed by Cenozoic strata of the Nobi Plain, which runs in the NNW-SSE direction, and connects Gifu with Ichinomiya and Inazawa. However, the exact location of the fault has not been well defined. We focused our attention on the vertical position of a pumice bed of 80,000 to 90,000 years old that appears in bore-hole records around the site, because the pumice bed is a key to stratigraphic correlation. The correlation of 97 bore-hole records showed a throw of the pumice bed amounting to 5.6 m in average. The strike of this throw parallels to the JR-Tokaido Line and runs about 1,100 m to the east of the line. The vertical displacements were also recognized for two gravel beds (G1 and G2) above and under the pumice bed. The throw for the deeper strata tends to be larger. We regard this throw as an active fault that moved at the Nobi earthquake of 8.0 magnitude in 1891 and other earthquakes repeated during the Quaternary.

Recently, Aichi Prefecture carried out stratigraphic examinations of shallow well records and geophysical prospecting and reported that neither fault nor flexure is realized around the presumed site of the fault in question. On the basis of the results, Governmental Earthquake Research Committee concluded the fault to be nonexistent. However, the survey by Aichi Prefecture exploited exclusively the area to the west of the fault disclosed from our stratigraphic work and scarcely covered the site of the fault mentioned above. Therefore, the survey by Aichi Prefecture is meaningless in the examination of the Gifu-Ichinomiya fault, and their conclusion is erroneous.

Key words: Gifu-Ichinomiya fault, Ichinomiya-Inazawa fault, Nobi Plain, active fault, bore hole records

§ 1. はじめに

濃尾地震の際、地表面に現れた根尾谷断層に関連して
温見・梅原など多くの地震断層が出現したが、これらは

濃尾活断層系を形成している [村松・他 (2002)]. また、
根尾谷断層が南南東方向へ分岐したものとして、岐阜市
付近から名古屋市北西方に至る伏在断層が想定されてき
た。1961年に筆者ら [杉崎・柴田 (1961)] が濃尾平野各
地で記録されているボーリング資料に基づいて推定した

* 〒468-8502 名古屋市天白区塩釜口

** 〒492-8520 稲沢市稲沢町

「一宮-稲沢断層」がその最初の指摘であり、その後これに関連した研究報告は多く、また、その断層に対して種々の命名がなされてきた。しかし、それらの名称は何れも同一のものを指している。一方、愛知県(1998, 2000)はこの断層が通過するとみられる地域において実施した大深度反射法探査の資料やボーリング資料を検討した結果、その地域の新第三紀後期の地層や第四紀層に断層の活動を示すずれや撓曲は認められないとし、それを受けて地震調査研究推進本部地震調査委員会(以下地震調査委員会と略称)(2001)はそこにおける断層の存在を否定した。しかし、本文で論ずるように愛知県による調査は断層の位置、物理探査の実施範囲とその信頼性、使用されたボーリング資料、ならびに従来公表された研究成果に対する評価と解釈などには不確実かつ不十分な要素が多いので、再検討の必要があると筆者らは考え

る。このような背景のもとで、筆者らは岐阜-一宮線の存在を再検討するため、一宮市および稲沢市を中心として、従来のボーリング資料に新たに掘削された深井戸の資料を加え、その解析を行った。その結果、この地域にやはり伏在断層が存在するとの結論を得ると共に、愛知県による調査の問題点が明らかとなった。本稿ではこの伏在断層認定の問題点を指摘すると共に、その検討結果を述べる。

本研究では、濃尾平野の東部において、ほぼ岐阜-名古屋間の JR 東海道線を中心とする幅 15 km 程度の地域を検討の対象とする。濃尾平野の地下層序は多くの深井戸資料の対比を中心として解析され、その地質年代などについては層序が確立されている名古屋市など周辺の地層との対比によって推定されてきた[桑原(1969; 1985)]。

Table 1. 濃尾平野のいわゆる“岐阜-一宮断層”に関連する主な研究報告書.

番号	著者(年)	主な関連記事	断層位置 の図示	断層名
1	片山(1893)	濃尾地震時の第二震裂波動線の記載。井口竜太郎原図を引用。		
2	Iida and Aoki (1958)	濃尾平野の重力異常分布。名古屋市内、東海道線沿い、西枇杷島-熱田間での断層を示唆。	無し	
3	杉崎・柴田(1961)	深井戸資料による濃尾平野の地下構造。軽石層と第二礫層の一宮市、花岡町-花園町間での深度の急変から東海道線沿い、一宮-稲沢間の走向断層を推定。	無し	一宮-稲沢断層
4	村松(1963)	濃尾地震時における震度分布図と地殻変動図。岐阜-一宮-名古屋を通る弱線(断層線)の指摘。	無し	
5	井関(1966)	第二震裂波動線に沿う水準測量の結果の解析。この線に沿って、断層活動の反復を示唆。	無し	
6	飯田(1967)	水準測量と重力分布から濃尾地震に関係し、岐阜、笠松、一宮、清洲、枇杷島、熱田に至る東海道本線沿いの断層を指摘。	無し	
7	横尾・他(1967)	一宮-稲沢線についての杉崎・柴田(1961)の引用。新しいデータ、議論の展開無し。	有り	一宮-稲沢断層
8	桑原(1969)	濃尾平野とその周辺の断層の要約。	有り	一宮線
9	松田(1974)	濃尾地震の断層運動に関連して岐阜-名古屋線の東側の隆起についての解釈	有り	岐阜-名古屋線
10	岡田(1979)	愛知県とその周辺の活断層の総説。20 万分 1 の断層分布図。岐阜-一宮-清洲に至る断層線を東海道線沿いの西側 400m に図示。	有り	一宮線
11	活断層研究会(1980)	断層分布図。内容は上と同じ。1991 年の改訂版でも同じ。	有り	岐阜-一宮線
12	桑原(1985)	濃尾地下水盆の総説。濃尾平野伏在断層の要約。	有り	岐阜-名古屋断層
13	岡田・他(2000)	ボーリング資料と大震度反射法探査データから岐阜-一宮断層の存在に対する疑義	有り	岐阜-一宮線
14	地震調査委員会(2001)	愛知県の調査(同上)の解釈としての岐阜-一宮断層の存在の否定	有り	岐阜-一宮断層
15	足立・他(2002)	名古屋市の稠密重力測定と深層ボーリング資料に基づく地下構造の解析。枇杷島-熱田-日進での断層線の推定。		枇杷島-熱田線

Table 2. Well log data for this study.

No.	Well log name in Ref.	Ref.	Longitude(E) (°)	Latitude(N) (°)	Altitude (m)	G1 depth (m)	Pumice depth (m)	G2 depth (m)
1	633	1	136 45.97	35 12.97	2	30-51		100-110
2	634	1	136 45.98	35 13.20	2	34-50		98-110
3	635	1	136 46.00	35 12.25	1	36-49		99-110
4	638	1	136 47.08	35 14.83	5	31-41		83-93
5	642	1	136 47.42	35 14.25	4	25-44		76-89
6	644	1	136 47.47	35 14.92	4	28-45		86-100
7	653	1	136 48.05	35 12.67	3	31-43		85-93
8	654	1	136 48.05	35 12.58	3	30-40		
9	655	1	136 48.08	35 14.58	6	26-42		82-92
10	656	1	136 48.17	35 14.92	4	25-40		71-86
11	657	1	136 48.42	35 14.33	5	26-40		80-93
12	659	1	136 48.75	35 11.92	5	26-43		70-83
13	660	1	136 48.83	35 13.67	2	26-38		75-85
14	663	1	136 48.97	35 14.50	4	22-38		74-86
15	671	1	136 49.25	35 11.33	2	24-35		70-87
16	672	1	136 49.33	35 14.92	5	22-32		66-79
17	673	1	136 49.42	35 12.50	2	27-36		74-86
18	675	1	136 49.50	35 14.25	5	22-35		70-74
19	679	1	136 49.67	35 13.75	4	22-34		68-78
20	680	1	136 49.67	35 11.50	6	24-32		65-76
21	682	1	136 49.75	35 14.67	5	20-34		62-72
22	685	1	136 50.05	35 11.37	2	23-33		66-102
23	686	1	136 50.18	35 13.03	3	21-30		60-67
24	688	1	136 50.33	35 12.00	3	24-31		66-75
25	689	1	136 50.42	35 12.67	5	23-30		60-69
26	691	1	136 50.50	35 13.25	5	21-29		58-70
27	692	1	136 50.50	35 12.83	5	16-30		60-68
28	693	1	136 50.53	35 14.50	6	19-28		37-57
29	700	1	136 50.75	35 13.67	5	22-30		59-67
30	704	1	136 51.00	35 13.17	5	23-28		58-68
31	707	1	136 51.08	35 13.92	6	21-31		38-48
32	709	1	136 51.08	35 12.03	3	24-35		55-77
33	714	1	136 51.42	35 12.75	4	23-26		32-43
34	717	1	136 51.47	35 11.43	3	19-29		58-71
35	719	1	136 51.67	35 12.67	5	23-31		37-47
36	720	1	136 51.72	35 14.33	6	15-23		35-47
37	724	1	136 51.87	35 12.02	3	18-28		33-42
38	731	1	136 51.98	35 13.83	5	14-22		31-34
39	755	1	136 52.75	35 12.83	4	14-20		26-34
40	759	1	136 52.58	35 11.83	3	12-20		28-36
41	958	1	136 45.25	35 17.08	5	27-51	51-53	98-120
42	961	1	136 45.50	35 16.62	6	27-49		94-110
43	971	1	136 45.83	35 17.58	5	24-47	47-50	89-113
44	974	1	136 46.17	35 18.75	6	21-42	42-44	82-100
45	975	1	136 46.17	35 18.50	6	21-45	45-48	86-110
46	976	1	136 46.17	35 18.22	6	24-49		95-111
47	978	1	136 46.25	35 18.42	6	24-42	42-44	88-112
48	979	1	136 46.33	35 18.33	6	22-44		90-112
49	980	1	136 46.50	35 18.92	6	21-41	41-42	80-96
50	981	1	136 46.58	35 18.45	6	18-40	40-43	79-93
51	982	1	136 46.58	35 15.67	6	29-45	48-49	93-110
52	983	1	136 46.67	35 18.58	6	22-42		88-108
53	986	1	136 46.92	35 17.30	6	19-40	40-42	78-95
54	987	1	136 47.37	35 18.15	7	17-36	36-38	72-89
55	992	1	136 47.53	35 15.17	6	28-47		85-100
56	993	1	136 47.83	35 19.33	10	12-38		61-85
57	994	1	136 47.75	35 17.58	8	19-39		74-90
58	995	1	136 47.50	35 18.85	11	3-26	26-29	36-90<
59	1000	1	136 48.17	35 18.05	7	16-36		65-80
60	1001	1	136 47.18	35 18.07	7	18-42		74-97
61	1004	1	136 48.33	35 17.50	7	17-40		68-89
62	1010	1	136 48.75	35 19.08	9	4-29	29-31	36-46
63	1012	1	136 48.98	35 18.57	9	4-28	30-32	37-45
64	1014	1	136 49.05	35 18.62	9	5-28	28-31	38-45
65	1017	1	136 49.17	35 18.17	9	4-29		39-47
66	1021	1	136 50.07	35 14.58	6	18-29		61-68
67	1026	1	136 50.08	35 16.08	7	6-29		35-50
68	1027	1	136 50.13	35 15.92	7	15-29		35-43
69	1030	1	136 50.53	35 15.08	7	15-26	26-27	39-48
70	47	2	136 48.60	35 19.98	10	1-24	26-27	37-52
71	101	2	136 48.48	35 18.50	9	4-34	39-40	61-83
72	189	2	136 48.33	35 18.05	8	7-37	40-42	65-123
73	192	2	136 48.03	35 18.10	9	16-36	41-43	67-87<
74	193	2	136 48.25	35 17.35	7	16-35	36-38	67-85<
75	198	2	136 47.30	35 17.10	7	31-42	42-46	78-89<
76	223	2	136 48.45	35 15.42	7	22-38	38-39	72-89
77	227	2	136 50.00	35 15.00	6	18-31		61-70
78	300	2	136 47.10	35 21.50	10	16-29	29-31	37-51
79	305	2	136 46.72	35 19.68	7	18-37	37-39	71-139
80	Namazu	2	136 47.77	35 18.03	7	21-36	36-40	70-90<
81	Ishibashi-1	2	136 46.85	35 15.45	6	26-44	44-47	88-105
82	Ishibashi-3	3	136 46.78	35 15.45	6	28-44	48-50	89-104
83	Enori	3	136 49.33	35 20.03	13	2-23	23-24	34-58
84	Sachihara-1	3	136 49.00	35 19.47	11	3-28	28-34	36-95
85	Seibu	3	136 47.43	35 17.80	8	19-40		72-93
86	Chiaki-kita	3	136 51.73	35 18.20	12	4-17	17-23	
87	Hagihara-Higashi	3	136 46.50	35 16.45	6	27-47	47-48	86-100
88	Haguri-Minami	3	136 48.93	35 20.43	11	2-25	25-30	31-90<
89	Yamato-Minami	3	136 47.63	35 16.58	5	21-38	38-41	76-92
90	4028	4	136 48.40	35 17.93	7	10-35	35-38	64-80
91	4042	4	136 47.85	35 18.67	9	5-36	36-40	61-90
92	4048	4	136 48.72	35 19.96	8	5-32	32-34	43-56
93	4049	4	136 49.00	35 17.17	7	17-35	35-38	61-78<
94	4107	4	136 48.60	35 18.68	9	4-29	29-32	40-48
95		4	136	35				
96	Yamato2-2	5	136 47.68	35 14.75	5	26-44		83-95
97	Hasegawa-2	5	136 48.52	35 17.68	8	14-36	36-40	66-110

(Reference-Data source) 1: Economic Planning Agency (1974). 2: Record by Miyata Drilling Co.
3: Record by Ichinomiya Waterwork Bureau. 4: Oana Laboratory (1961). 5: Unpublished.

新第三紀-第四紀層の基盤としては、深層ボーリングなどにより、中・古生界および中生代花崗岩類の存在が確認されている。検討地域より東方での新生代の地層はそのほぼ全体が礫層であるが、西方に行くに従って粘土層や砂層が介在し、礫層がいくつかに分化、識別される。その詳細については桑原(1985)の総説を参照されたい。

§ 2. 岐阜—宮断層の認定と評価に関する経緯

杉崎・柴田(1961)は濃尾平野の地下水の地球化学的研究を実施する過程で、多数の深井戸資料を利用して濃尾平野の地下構造を明らかにした。その中で、一宮市花園町(現在の一宮市大江)と花岡町(現在の一宮市泉)の間で軽石層に西落ちの食い違いがあることに注目し、これを断層活動によるものと考え、「一宮-稲沢断層」と

Fig. 1. Location map of the bore-hole records. Each number corresponds to No. in Table 2. Numbers for longitude and latitude show minute. Small solid circles on the JR-Tokaido line show locations of the station.

命名した。軽石層の食い違いは約5 mであり、断層はJR東海道本線に沿って名古屋—木曽川駅間で北北西—南南東に走り、その延長は根尾谷断層につながる可能性があると考えた。ただし、断層の南端に近い稲沢市付近ではその食い違いの位置が不明瞭となることも指摘した。その他にも、①1891年の濃尾地震時の水準点変動について岐阜—一宮—名古屋を結ぶ直線上に隆起と沈降の境界があり、そこでの震度も大きい[村松(1963)]、②それは濃尾地震時の第2震裂波動線[片山(1893)]にほぼ一致する[井関(1966)]、③この南方延長上に重力の急変帯がある[Iida and Aoki(1958); 飯田・青木(1959)]、などの事実が目ざされ、また、④この線に沿って濃尾地震における被害状況が集中していることが指摘された[横尾・堀内(1969); 飯田(1985)]。さらに、⑤三雲・安藤(1975)は種々のデータから濃尾地震を断層モデルにより復元した場合、岐阜—一宮線に相当する潜在断層を考えると、村松(1963)によりまとめられた濃尾地震における実際の変動がよく説明できることを指摘した。上記の論文①、④、⑤は杉崎・柴田(1961)の論文を引用し、名称と位置などに若干の不一致があるにせよ、何れも同じものを対象として取り扱っている。

以上のように、岐阜市から一宮市を経て名古屋市に至る断層があると一般に考えられるようになり、活断層研究会(1980)はこの断層を「岐阜—一宮線」と呼び、熱田層と第二礫層を5~20 m北東上がりに変位させる長さ32 kmの伏在活断層・確実度Ⅱと認定した。ただし、その位置や命名については混乱が認められるので、この断層についての主な研究報告書を年代順にTable 1に示した。以上のような経緯において、一般に考えられている「岐阜—一宮線」の位置は杉崎・柴田(1961)が指摘した軽石層のずれの位置より1.5 kmほど、西に描かれている。このことは後の議論に極めて重要な意義をもつので、まず最初に指摘しておきたい。

愛知県は平成9年度に一宮市と木曽川町で岐阜—一宮線を横切る東西方向の2測線について、大深度反射法探査を実施した[愛知県(1998)]。その結果、深さ2,000 m程度より浅い地層中に垂直変位を示す累積的な構造は認められず、深部の基盤から浅部に達する断層や撓曲も確認されなかった。また、岐阜—一宮線を横切る4測線について、ボーリング資料の解析を行い、明瞭な断層や撓曲は認められなかったとした。これらの結果から、愛知県(1998, 2000)および地震調査委員会(2001)は岐阜—一宮線は主要起震断層ではないと判断した。ただし、岡田・他(2000, 2002)はこれらの調査結果の解釈に再検討の必要があることを指摘している。

§3. 深井戸資料

本研究では経済企画庁総合開発局(1974)がとりまとめた「中部圏地下水(深井戸)資料台帳」の作井記録を主に使用した。これには1962年以降に収集された約3,900本の深井戸資料が掲載されている。この中から主として一宮市、稲沢市、清洲町およびその周辺地域に位置する深井戸を選別した。この資料台帳には位置情報(緯度、経度)が記載されているのでそれを利用した。この他に、小穴研究室(1961)によって公表された深井戸柱状図、宮田鑿井工業株式会社所有の深井戸資料、および一宮市水道部が水源として使用している深井戸の資料などを検討に加えた。Table 2にここで使用した資料を示す。表中のG1およびG2は濃尾平野の主要帯水層である第一礫層(First Gravel Bed)と第二礫層(Second Gravel Bed)を表している。またこれら深井戸の位置をFig. 1に示した。

本研究では、後述するように、同時面としての軽石層の重要性を考慮して、軽石層(Pumice Bed)まで到達している深井戸の資料を中心に検討することとした。軽石層は第一礫層と熱田層の境界付近に位置し、その分布も同一層準で平野の北半分によく連続していることが分かっている[杉崎・柴田(1961)]。なお稲沢地域では軽石層の記載がほとんどないので、表では空白となっている。

§4. 解析結果

4.1 ボーリング資料による地層対比の問題点

濃尾平野の第一礫層とその下位の地層の境界付近には軽石層が存在することは濃尾平野の地下構造を検討する過程で杉崎・柴田(1961)により初めて指摘された。彼等はその当時までに確立されていた名古屋市内の第四紀層序で、軽石を含むものに熱田層があることから、濃尾平野地下の軽石を含む地層(彼等はそれを海津層と仮称した)は名古屋市内に露出する熱田層と対比できることを指摘した。現在ではその対比は一般に認められ、濃尾平野の第一礫層の下位にある地層は熱田層として取り扱われている。桑原(1985)によると、熱田層は主に砂層からなる上部層と主に粘土層からなる下部層とに区別される。名古屋市内の熱田層の上部層は御岳火山起源の軽石を含み、その主要なPm-1(On-Pm-1)の噴出年代は8~9万年前と推定されている[町田・新井(1992)]。深井戸資料で、軽石層の記載があるのは平野部の北半分の地域のみであり、1 m以上の厚いものがほとんどで、柱状図に記載されている厚い軽石層は何れも同一のものであると判断される。

深井戸資料は特殊な場合を除けば、粒度分析などを行

なうわけでもなく、掘削業者の主観により記載されることが普通である。例えば、粒度の近い細砂とシルト、荒砂と礫などの分類は業者によって基準も同一ではない。また同一地層内で砂と礫、シルトと砂などは漸移することもあり、この横方向の岩相変化も対比を難しくさせる。一方、軽石はその岩相的特徴から地質の専門家であっても一般の礫などから正しく区別、認識される、しかもその成因上、同一時間面を示すことから、その深度が正しく記載されているならば、地層の対比に最も有効な岩相である。本研究ではまず、軽石層を中心に検討を行った。

資料の解析に当たって用いた各地層のデータは平均海水面からの深度に換算したものである。その手続きにおいて地表面高度と掘削現場の高度との関係を考慮しなければならない。以下の対比に使用した資料のうち若干のものは測量結果に基づいているものもあるが、ほとんどは掘削位置の地盤高を地形図などから読みとったものである。たとえ、ボーリングの位置と地盤高が正確に特定されていても、その地盤高は掘削工事の現場の状況（例え

ば、造成地とか田圃の面など）によって本来の地形面高度から幾らかずれる。また、ほとんどの地層深度はパークッション掘削において見積られたのものであるから、そこにも若干の誤差が生じる。従って、ボーリング資料が示す各地層の深さには1 m程度の誤差が含まれていると考えておく必要がある。

4.2 地層の垂直変位から推定される断層

後述するように、岐阜一宮線の位置は明確に決定されたものとはいえない。しかし、何れの論議でもこの断層がJR東海道線近くを通っている点では一致している。そこで、上記のように地層の対比の上で有効であり、かつ一宮市付近のボーリング資料で記載が多い軽石層の分布状況を調べた。この付近での軽石層と他の地層との関係を明確にするために、一宮駅付近において地層の走向方向と直交する測線上に落とした位置に深井戸の柱状図を示した(Fig. 2)。これらの柱状図を桑原(1985)による濃尾平野の地下地質断面図と比較してみると、第一礫層より上位の砂泥層が濃尾層、最上部層が南陽層、第一礫層より下位の砂・粘土層が熱田層に対比される。熱田

Fig. 2. Well-log records in the Ichinomiya area. The records are arranged in E-W direction, approximately perpendicular to the strike of Quaternary strata. The number on each column corresponds to No. in Table 2. The vertical arrow shows the presumed position of the fault.

Fig. 3. Depth distribution of the base of pumice bed. Each number represents the height above the average sea level (m). Heavy chain line and thin line represent the presumed fault and contour line of the pumice base depth, respectively.

層、第一礫層、濃尾層は更新世後期、南陽層は完新世の堆積物とされている。軽石層はほとんどの井戸で第一礫層の直下、つまり熱田層の最上部に位置し、厚さは1～3 mである。

この地方における軽石層の分布をみるために軽石層基底面の等深線図を作成した。各ボーリング地点の深度の値を忠実に内挿すれば、各等深線に若干の凹凸が現れ

る。それは浸食谷などの地層の起伏の形状を表すことも考えられる。しかし、地層の深さの見積もりには最低1 mの誤差を見込まなければならないことは上述した。このことを考慮して、各等深線をスムーズな線で描いた (Fig. 3)。この図をみると、25 m等深線と30 mのそれとの間が極めて狭く、この付近に大きな深度の食い違いがあることが明らかである。この関係は Fig. 2 の柱状

Fig. 4. Cross section of the pumice bed in a plane perpendicular to strike of the strata in this region. Negative distance on the abscissa represents wells situated to the west of the JR line. Solid circle and cross represent well located on west and east sides of the presumed fault, respectively. Two regression lines are drawn by the least square calculation shown in the upper left corner of the figure. The average throw was calculated from the vertical discrepancy of the regression lines at the presumed fault (distance=1 km). Vertical arrows, A and B, show the fault position presumed by Research Group of Active Fault (1980) and by this study, respectively.

図 No. 71 と No. 94 との比較でより明瞭である。地層の走向と直角な方向において、この2つの深井戸間の水平距離、約250 mで8 mの鉛直方向の軽石層の食い違いが認められ、その食い違いはかなり急激なものである。杉崎・柴田(1961)が一宮市、花園町(No. 90)と花岡町(No. 92)との間で推定した軽石層の食い違いの存在は、新しいデータを加えた今回の解析結果からも矛盾なく確認された。筆者らは Fig. 3 でその食い違い部分の最も大きな25 mの等深線付近に西落ちの断層線の存在を推定するもので、その位置を太い鎖線で同図に記した。この断層線は東海道線の約1.1 km 東側に、それとほぼ平行して南南東にのびている。

Fig. 4 は軽石層基底面深度の全データを JR 東海道線と直交する面上でプロットしたものである。JR 線はこの地域の地層の走向方向とほぼ一致しているので、この図は地層の走向方向(NNW)と直交するENE面における軽石層の断面を示している。軽石層は西に傾斜しており、これは濃尾平野の他の地層の構造と調和している。そこで Fig. 3 で推定された断層線より東側(十字)と西側(黒丸)の深井戸を別記号で示した。これをみると、JR 東海道線(図中の横軸0地点)からの垂直距離(横軸)が東側1 km 付近(図中のB地点)で明らかに軽石層の鉛直方向の食い違いが認められる。この位置は東海

道線の真東、1.1 km のところに相当し、Fig. 3 の結果とよく一致している。一方、図中のAは活断層研究会(1980)による断層位置を示すが、そこには地層の食い違いは認められず、そのことについては後述する。

もしも、各地層の深度分布が浸食谷などによって強く支配されていれば、この図上で東側と西側を示すボーリング位置の記号が互いに入り混じる筈であるが、両者は画然と分離している。このことは浸食谷などによる深度に対する影響があるとしても、それを超えた大きな落差が断層の想定位置に存在することを示している。この図の左上に示したように、食い違いの両側における軽石層の傾斜を示す式を最小二乗法により計算し、それからB点における平均の落差を求めると5.6 m となる。かくして、軽石層の断面図は西落ちの断層の存在を明示している。

杉崎・柴田(1961)は第一礫層の下位に、しばしば軽石が記載されていることを認めたが、平野南部ではその記載が極めて少ない。このことは平野南部で軽石層を含む上部熱田層が何らかの原因で失われた可能性を示している。牧野内・他(2001)による平野の南部における地質断面図(牧野内・他のFig. 2)を見ると、第一礫層が熱田層下部と直接接し、熱田層上部の欠除が示されている。また、沖積層の基底礫層(濃尾平野の場合、第一礫層に相当)の下位に約3万年間のhiatusが他の地域でも共通して認められることが多く、最終氷期の海面低下期に下位の熱田層が侵食され、その上に基底礫層が堆積したことを示している(牧野内・他のFig. 9)。

こうしたことから、軽石層から判断される地層の食い違いは南方では確認できない。そこで対比の信頼性は若干劣るが軽石層以外の地層、とくに礫層の分布状態を検討してみた。礫層・砂層・粘土層などの岩相は地域により若干の水平方向への変化が見られる。Fig. 2の柱状図No. 71のように軽石層と第一礫層との間に1~5 mの砂層や粘土層を含む場合がある。また上記で推定された断層より東に行くにしたがって、柱状図No. 58に示すように軽石層の下に砂層と粘土層が薄くなる。礫層が卓越し、さらに東ではほとんど礫層のみとなり、第一礫層と第二礫層の区別ができなくなる。また、推定断層の東側では第二礫層の上部の岩相が変化する。一宮市ではNo. 94のように第二礫層の上部に数m程度の砂層を挟むが、この砂層は地層の走向方向である南南東に行くにつれて粘土層に移行し、最上部の礫層は砂層に移行する。さらに南の清洲町では後者は再び礫層となる。しかし、これらの礫層とその相当層の基本的な分布は変動しないので、以下でこれらの分布状況を検討した。

第一礫層は一般に軽石層の直上にある。そこで、第一

Fig. 5. Depth distribution of the base of the First Gravel Bed (G1). See caption for Fig. 3.

礫層基底の等深線を描いた (Fig. 5)。それは JR 東海道本線とはほぼ平行に北北西から南南東の方向をもって西に深くなる。等深線の幅は西方に広くなり、傾斜が緩くなることを示す。上記の推定断層線の両側にある一宮駅東方の試料 No. 71 と No. 94 の間で、地層の傾斜方向における水平距離、約 250 m に対して第一礫層の基底に 5 m の落差がある (Fig. 2)。また 20 m と 25 m の等深線の間隔が狭く、軽石層からの推定断層線はこの 25 m 等深線の位置とはほぼ一致し、第一礫層の深度分布と矛盾しな

い。また、南部での第一礫層の食い違いは一宮市内に比べて不鮮明となるが、これについては後述する。同様に第二礫層の上限の深度分布 (Fig. 6) をみると、30 m と 55 m の等深線の間隔がその周りのそれに比べて狭い。この 2 本の等深線は上記の軽石層から推定される断層線を挟んでいて、それは南方の清洲付近まで追跡できる。第二礫層に見られるこのような急勾配は杉崎・柴田 (1961) の論文でも描かれているが、当時の少ない資料に基づいて描かれているため、稲沢付近では今回の位置よ

Fig. 7. (a) Cross section of the First Gravel Bed (G1). (b) Cross section of the Second Gravel Bed (G2). See caption for Fig. 4.

この傾向を広域的にみる目的で第一礫層と第二礫層の走向方向と直交する断面図を軽石層の場合 (Fig. 4) と同様に描いたものが Fig. 7 である。何れも東海道線からの垂直距離 1 km 付近 (図の B 地点) で深度の不連続を示している。この図と Fig. 4 の結果から、第一礫層、軽石層、第二礫層の平均の落差はそれぞれ 1.5 m, 5.6 m, 21.2 m であり、この部分に反復される地震の影響が深部の古い地層程多く及んだことを示唆している。また、濃尾地震時に地表では 75 cm の最大隆起と 30 cm の最大沈降が認められた [村松 (1963)] が、こうした変動量に比べて、より大きな垂直変位が地下の地層に認められ、それは第一礫層、軽石層、第二礫層の順に増加している。このことは岐阜—宮断層の活動が累積性をもつことを示している。

前述したように、稲沢以南では、第一礫層の食い違いが明確には追跡できなくなるので、断層の落差が南方で小さくなることが予想される。Fig. 7 はこの地方の地層の走向方向と直交する面での礫層の深度の全データをプロットしたものであるが、それを北緯 35 度 15 分 (稲沢市内) 以南と以北に分けて第一礫層の断面図を作成した (Fig. 8)。これを見ると 35 度 15 分以南の地域の平均の落差はそれ以北の地域のそれよりも小さい。データ数は

少ないが、統計処理上、南部地域では東落ち (−1.4 m) を示し、北部地域の西落ち 3.4 m の結果と対照的である。このことは上記のように一宮市での第一礫層の西落ちの食い違いが稲沢以南では不明確となることを示している。この事実は村松 (1963) によって描かれた、濃尾地震前後の水準変動図とよく整合している。村松はその図の隆起部と沈降部の境界が西落ちの断層を示唆すると述べているが、その等高線密度は一宮市より南に下がると疎になり水準変動が緩やかになる。この地表における地震時の変位が南方で小さくなる傾向は地下での第一礫層の変位の傾向と調和している。ここで検討している地層のうち、最も新しい第一礫層の食い違いは南部では変位が小さく、ボーリングの記録に表現されないであろう。

以上のことと関係して、稲沢市より南では第二礫層の 30 m と 55 m の等深線の間に断層が通ると仮定して、清洲付近までこれを延長した場合 (Fig. 6)、基盤花崗岩類の構造との関係が注目される。足立・他 (2002) は名古屋市内とその周辺で掘削された 1,000 m 以上の深度に達する温泉ボーリング資料と稠密重力測定データのデータとを合わせ考慮し、この地域の地下には先第三系基盤岩 (花崗岩やホルンフェルス) を垂直方向に数百 m ずらし

Fig. 8. Cross section of G1 in the two areas. (a) and (b) are for the area north and south of latitude 35° 15' N, respectively. See caption for Fig. 4.

ている北北西-南南東に走る西落ちの断層を推定し、それを枇杷島-熱田線と命名した。それは位置的には上記の一宮-稲沢断層の延長上にある。したがって、これらの地下構造は基盤岩をも巻き込んだ一連の断層活動の結果と考えることができる。

§ 6. 他の研究報告との比較検討

6.1 いわゆる岐阜-一宮線の位置の確認についての問題点

前述のように、岐阜-一宮線と呼ばれてきたものの存在を疑問視する議論が岡田・他(2000)によってまとめられ、また、地震調査委員会(2001)はその存在を否定した。そのことと関連して、この断層の認定の経過を見てみたい。Table 1 に示すように、地層のずれから断層の存在の可能性を最初に指摘したのは杉崎・柴田(1961)であり、それ以後の報告は濃尾地震の地変からの推論が中心である。また、ここに問題としている断層に対して、その命名もまちまちであるが、それがほぼ JR 東海道線に沿っていることはどの議論においても共通の見解である。しかし、何れもその位置の特定には信頼できる検討がなされたとは思われない。同表の 7, 8, 9, 12 番の文献には断層の位置を示す図が示されているが、何れも大きな縮尺の地図上に描かれていて、数 km 程度の読み取り誤差は免れることはできない。20 万分 1 の縮尺地図の上に初めて断層線を描いたのは文献 10 の岡田(1979)によるものであろう。この報告書では東海道線の西、約 400 m の所にそれと平行して描かれている。なぜ、岐阜-一宮線がその位置に想定されてきたかの理由は明らかではないが、村松(1963)によって描かれた濃尾地震前後の隆起帯と沈降帯との境界、および濃尾地震の震度分布図を参考にしたように思われる。同様に濃尾地震時でのいわゆる第 2 震裂波動線も考慮に入れたのかもしれない。しかし、断層とは地層、あるいは岩体の食い違いであるので、よほど大きな構造線でもその破砕帯の幅は数百 m を越すことは稀であらう。まして、問題の岐阜-一宮断層では数 10 m を超えることはないであらう。こうした状況下で、線状に走る断層の位置を漠然とした材料から 1 km 以下の精度で決定できるだろうか。基になった片山(1893)や村松(1963)の原図を使って 20 万分の 1 地形図上にその位置を正確に描くことができるとは考えられない。上記、杉崎・柴田(1961)の軽石層の深度分布図の影響も考えられる。軽石層の垂直方向のずれに注目した杉崎・柴田(1961)の論文での軽石層の深度分布図(同論文 Fig. 5)で 25 m, 30 m, 35 m の等深線が密になっていて、とくに 30 m 線と 35 m 線の間隔が狭く、そこに断層があるように見える。それは東海道線

とほぼ同じ位置にある。しかし、当時は、資料が少なかったこともあり、この分布図は今から見るとあまり正確ではない。しかし、杉崎・柴田(1961)が注目した位置の特定に最も重要なデータは、その本文に述べられているように一宮市街地での軽石層のずれである。多くの深井戸資料に基づく今回の検討結果によると、そのずれの位置は東海道線の東、約 1.1 km の所にあり、以前の推定位置と変わっていない。つまり、地層のずれの位置は岐阜-一宮線として岡田(1979)や活断層研究会(1980)が示した位置よりも 1.5 km ほど東寄りの所にある。Fig. 9 に活断層研究会の描いた断層と本研究によるものの位置関係を示した。また、Figs. 4, 7 の各地層断面図にも両者の推定位置が記入してある。杉崎・柴田(1961)はその本文で、“一軽石層およびその他の鍵層のズレから明らかに西落ちの走向断層と見なされるものがあり、この断層は東海道線名古屋-木曽川駅間に沿って南南東-北北西に走り一、これを仮に一宮-稲沢断層と呼ぶ”と述べているが、断層の位置は図示していないのである。活断層研究会(1980)がその存在の根拠として引用している文献は Table 1 での 4, 5 番の論文および桑原(1976)の論文である。このうち、4, 5 では同表に示すようにその位置は示されていないし、桑原(1976)の論文でも地下断面は示しているものの、断層の位置に言及してはいない。従って、活断層研究会(1980)の図は岡田(1979)の報告からの引き写しであろうと考えられる。つまり、活断層研究会の図に準拠した愛知県(1998, 2000)の調査で対象とした断層の位置の判断の根拠は極めて曖昧なものである。これらの報告では杉崎・柴田(1961)の論文の一宮市における軽石層のずれの位置を充分検討せず、結果として断層線をそれより 1.5 km ほど西に描いている。上記岡田(1979)の報告では軽石層のずれを記載した杉崎・柴田(1961)の論文は引用されていない。今回の検討の結果、活断層研究会の示す岐阜-一宮線の位置には地層の食い違いは認められないことは明らかである。その両側で軽石層や礫層などの等深線密度は高くなっておらず、ほぼ同じ間隔を示している(Figs. 3, 5, 6)。また、それらの断面図(Figs. 4, 7)においても、東海道線より西側では各地層はほぼ一様に西に傾斜して、活断層研究会の示した岐阜-一宮線付近(同図中の A 地点)に落差は認められない。これら断層の位置に関する誤った判断がこの地方の断層の存否に関連する議論を混乱させていることについて以下に述べる。

6.2 愛知県や地震調査委員会の見解に対する評価

愛知県や地震調査委員会がいわゆる岐阜-一宮断層の存在を疑い、あるいは否定する根拠となった主要なデータは、(1) 想定される断層を挟む地域でのボーリング資

Fig. 9. Map of the Ichinomiya-Inazawa area showing representative well locations of this study (number in parenthesis is depth of the pumice bed base for the well), and lines of seismic reflection survey and well log records reported by Aichi Prefecture (1998). Broken line attached by R.G.A.F. is the Gifu-Ichinomiya Line assumed by the Research Group of Active Fault (1980), and chain line is the fault defined by this study. Topographic map is a part of 1:50,000 map "Nagoya-Hokubu" published by the Geographical Survey Institute of Japan.

料, および (2) 大深度反射法の測定結果である。Fig. 9 に愛知県 (1998) の行ったボーリング資料と反射法の測線の番号をそれぞれ (well) と (reflection) として示す。以下この結果を検討したい。

愛知県の行ったボーリング資料による検討方法の欠陥は, その断面図作成に使用された井戸の深さがほとんど 20 m より浅く, 第一礫層の途中までで, 第一礫層の基底やその直下に位置する軽石層まで達していないことである。軽石といった特殊なものを除けば, ボーリング資料における岩相の記載には不確定要素が含まれていることは上述した。仮に地層の不連続が充分大きければ,

このような浅層ボーリング間の対比に基づく落差の判定も可能であろう。しかし, 上述したように, 多くの資料の統計的処理による第一礫層基底のずれの全域の平均は 1.5 m である (Fig. 7(a))。後述のように, 愛知県の用いたボーリング資料の地獄的密度は低い。それに基づいて, この小規模の不連続が解明できると思われるない。

ボーリング資料の対比による落差の判定は同一測線上で為されるのが望ましく, 愛知県の調査ではそのような測線が設定されている。愛知県 (1998) の示した地下地質断面図によれば, 活断層研究会 (1980) が記載した岐阜—宮断層の位置付近には地層の不連続は認められな

い。ところが、そこに用いられたボーリング資料の測線 LINE-2 (well) には、肝心の一宮市で杉崎・柴田 (1961) が指摘した軽石層のずれ、それから推定される断層を示す地点を含んでいない (Fig. 9)。したがって、仮にこの浅いボーリング資料による検討方法が有効であったとしても、この測線データによる断層存否の議論は無意味である。検討にあたって、上記のように従来漠然と考えられていた東海道線の西側 (岐阜—一宮線推定位置) に重点が置かれたため、東側には注意しなかったであろう。

愛知県のボーリング資料の測線のうち、本研究で指摘した断層位置を横切っているものは LINE-3 と LINE-4 (well) である。ところが、その資料密度をみると、LINE-3 では測線長 8 km の間に 28 本のボーリング資料が、LINE-4 では 7 km の間に 27 資料が配列されており、それぞれ、平均で 1 km 当たり 3 資料と 4 資料に過ぎない。このうち、LINE-3 は一宮市の南部、LINE-4 は稲沢地区のものであり (Fig. 9)、この地域では第一礫層基底での落差はほとんど認められないことは既述の通りであり、1 km 当たり 3~4 本の浅いボーリングの資料、それも信頼できる鍵層 (軽石層など) を欠く資料の対比から 1 m 程度の地層の不連続を見いだすことは不可能である。さらに第二礫層のデータは全く考慮されていない。つまり、愛知県の用いた極めて浅いボーリング資料は同一測線上に配列されていても、問題となっている断層の存否を判断する材料とはなり得ないのである。

一方、大深度反射法探査 [愛知県 (1998)] の調査をみると、岐阜—一宮線の推定位置は活断層研究会 (1980) によるものと同じで、JR 東海道本線より西に注目しており、そこには地層のずれはないとしている。上述のようにその位置は筆者らが推定した断層から約 1.5 km 西にずれている。ところが、本研究で推定した断層は反射法測線 LINE-2 (reflection) の東端ギリギリのところにある。また測線 LINE-1 (reflection) はその東端がここでの推定断層位置の 1 km ほど東に達しているに過ぎない (Fig. 9)。大深度反射法では、一般に、測線の両端ではその精度が極めて悪いという (小川克郎、私信)。したがって、これら反射法による結果は断層存否の判断材料とするには信頼性が低い。データの信頼度を高めるためにはこれらの測線を東に少なくとも 5 km は延長して計測する必要がある。元々断層の存在が期待されないところを主に検討しているのだから、これらの測線における調査は本来の目的から外れている。また、LINE-1 (reflection) について、愛知県の報告書 (2000) には“岐阜—一宮線推定位置付近では一累積性をもつ大きな上下変位がないことは確認できるが、この部分は周辺環境によるノイズも多く、詳細については、今後さらに検討を加えてい

く必要がある”との記述があり、反射法データの信頼性についての疑問も呈しているのである。この方法によって作成された深度 1,700 m に及ぶ地下構造解析図に基づいて、ここで論議している 10 m 程度の地層のずれを読み取るには精度的に無理がある。

岡田・他 (2000) は問題としている岐阜—一宮線付近での重力異常分布 [飯田 (1967), 愛知県 (1998)] の急変が認められないとしている。枇杷島—熱田間に比べるとその重力異常の勾配が名古屋市北方では小さくなることは Iida and Aoki (1958) が既に指摘している。これと関係して、ここで提示した断層の落差は第二礫層上部でも 20 m 程度に過ぎない。この値は最近明らかにされた枇杷島—熱田線 [足立・他 (2002)] の数百 m の落差にくらべれば遥かに小さい。したがって、そのように小さな鉛直方向のずれが重力異常の分布に大きく影響することはない。さらに岐阜—一宮断層が横ずれを主体とする運動であれば、やはり重力異常の勾配は小さくなる。例えば、松田 (1974) は“濃尾地震に際して濃尾平野下のいくつかの既存断層が根尾谷・梅原の両断層の変位に伴う周辺地域の変形の結果として、あるいは地震動の不連続面として働いたものであろう。岐阜—一宮の線はとくに顕著であるが、その東側の隆起部は根尾谷・梅原の両断層の左ずれに伴う特徴的な末端隆起現象と考えられるので、その線の発現はその隆起部の出現に伴うものと考えられる”と述べている。つまり、濃尾地震のとき、この地方で横ずれの運動が勝てれば一宮—稲沢間の地層の垂直的なずれは相対的に小さく、したがって重力異常の急変も見られないことになる。このことに関連して岡田・他 (2002) は“横ずれを主体とした断層変位を起こしている場合には、反射法地震探査では捉えられない”とも述べている。

地震調査委員会 (2001) は岐阜—一宮断層帯の評価結果について、濃尾地震による被害集中域について言及し、“第 2 震裂波動線についてはその実体について不明確な点が多い。—その線上には被害集中域は認められない。—濃尾地震では濃尾平野一帯に震度 6~7 に相当する被害が生じたが、この被害地域は厚い沖積層が分布する地域 (桑原, 1985) と概ね一致する”としている。しかし、被害集中地域とそれから推定される高い震度の地域 [例えば村松 (1963)] は平野の厚い沖積地域とは全然一致していない。地震調査委員会 (2001) の示した図でも、岐阜—一宮線は最大震度 7 の地域を横切っている。そして沖積層が最も厚い濃尾平野西南部は何れも推定震度 5 以下である。岐阜—一宮線が通過する地域は平野東部で先新生界の基盤も浅く、その上に厚い礫層が発達する場所であり、沖積層はごく薄い。したがって、本来、

地震動に対しては相対的に安定した地域である。地震調査委員会(2001)の示した震度分布図と濃尾平野における沖積層の層厚分布図[飯田(1985)]を比較すると上記の評価の矛盾がわかる。住宅倒壊率と沖積層厚との関係について、横尾・堀内(1969)および飯田(1985)の検討結果によると、沖積層厚が小さいにも拘わらず、被害が大きいのは明らかに岐阜—一宮線沿いの地域であり、これも上記の評価が誤っていることを示している。

§ 7. 結 論

以上の考察で明らかのように、一般に考えられてきた岐阜—一宮線の位置は筆者らの認定した場所より1.5 kmほど西にずれている。そこは元々断層が存在しないところであり、そこを精査しても意味がない。従って、地震調査委員会(2001)が岐阜—一宮断層は存在しないとした結論も無意味であると言わざるを得ない。一方、愛知県活断層調査委員会の見解を代表して、岡田・他(2002)は“調査手法の限界に鑑みて完全に(断層が)ないとは言っていない。また従来から岐阜—一宮断層帯の存在を示唆してきた諸データについて両者(愛知県と地震調査委員会)とも活断層の存在を示す直接証拠ではないとする点では一致するが—”と述べている。この見解の前半は彼らの結論に対する評価として妥当なものとは考えられる。しかし、今回の調査結果を見ると従来の成果を十分に検討せず、実施すべき調査範囲を誤り、また、物理探査を主体とする調査手法の限界からその証拠を見出すことができなかったものと判断せざるを得ない。物理探査は多くの研究手段の一つであり、その結果に基づいて、この地方の断層の存在を否定するならば、Table 1に示す諸事実を合理的に説明することが要求される。

今回の検討で再確認した断層は一宮市や稲沢市などの都市部を通過し、さらに名古屋市内で大きな落差が認められる枇杷島-熱田断層につながる可能性がある。活断層と地震被害との関係は社会的にみても注目されている。地震の被害は活断層の位置よりも他の地質学的要因により強く影響され、活断層は起震断層とは異なることも考慮すべきである[服部(1999)]が、活断層の監視も地震防災にとって必要なことである。それと関係して、本研究で改めて確認された岐阜—一宮断層が通ると推定される位置付近での詳細なボーリング調査を提案したい。さらに、この種の議論においては、その存在が否定されたとされる岐阜—一宮断層という名称の代わりに、本来、杉崎・柴田(1961)が推定、命名した一宮-稲沢断層を使った方が混乱をさけるために適当であると考えられる。

謝 辞

本研究を進めるにあたり、東海地質工学株式会社の鈴木 実氏は「中部圏地下水(深井戸)資料台帳」の利用を快く承諾され、また貴重な情報を提供された。宮田鑿井工業株式会社の宮田 肇社長には自社の深井戸資料を、一宮市水道部上水課の武藤久氏には水道水源の資料を提供していただいた。さらに東海鑿泉株式会社と長谷川紡績株式会社からも資料をいただいた。また富士開発株式会社の内園立男氏にはボーリング試料の解析についての留意点を教えていただいた。これらの方々に厚く御礼申し上げる。

また、名城大学、堀内孝英・牧野内 猛の両教授、および名古屋大学、小川克郎・足立 守の両教授には多くの資料の提供と貴重なコメントをいただいた。原稿を丹念に検討し、貴重なご意見を賜った査読者の一人、京都大学、岡田篤正教授とともにここに深く謝意を表明するものである。

文 献

- 足立 守・萩田直子・志知龍一・山本明彦, 2002, 稠密重力測定に基づく濃尾平野の地下構造解析, 日本地質学会第109年学術大会講演要旨.
 愛知県, 1998, 平成9年度地震関係基礎調査交付金 岐阜—一宮断層帯及び養老-桑名-四日市断層帯に関する調査成果報告書, 118 pp.
 愛知県, 2000, 平成11年度地震関係基礎調査交付金 濃尾平野の地下構造調査 成果報告書, 42 pp.
 服部 仁, 1999, 淡路島北部における兵庫県南部地震による地変と地震被害 VII. 地割れ・地震断層はどのように地下に続くか? (その2), 地質ニュース, **543**, 53-68.
 飯田汲事, 1967, 地殻変動の考察. 伊勢湾北部地域地盤沈下調査報告書(名古屋大学地盤変動研究グループ), 7-75.
 飯田汲事, 1985, 東海地方地震・津波災害史. 飯田汲事教授論文選集, 800 pp.
 Iida, K. and H. Aoki, 1958, Gravity anomalies and the corresponding subterranean mass distribution, with special reference to the Nobi plain and its vicinity, Japan, J. Earth Sci. Nagoya Univ., **6**, 113-142.
 飯田汲事・青木治三, 1959, 重力異常と地下構造, 特に濃尾平野の場合について, 測地学会誌, **5**, 88-91.
 飯田汲事, 1967, 地殻変動の考察. 伊勢湾北部地域地盤沈下調査報告書(名古屋大学地盤変動研究グループ), 7-75.
 井関昶太郎, 1966, 濃尾地震(1891年)にみられた濃尾平野の活断層, 名古屋大学文学部研究論集, **16**, 231-243.
 地震調査研究推進本部地震調査委員会, 2001, 岐阜—一宮断層帯の評価(岡田・他, 2002より引用).
 片山逸明, 1893, 濃尾震誌・全, 241 pp.

- 活断層研究会, 1980, 日本の活断層-分布図と資料, 東京大学出版会, 363 pp.
- 経済企画庁総合開発局, 1974, 中部圏地下水(深井戸)資料台帳.
- 桑原 徹, 1969, 濃尾平野の地質構成, 名古屋地盤総論, コロナ社, 17-24.
- 桑原 徹, 1976, 濃尾傾動盆地の発生と地下の第四系, 地盤沈下の実体とその対策に関する調査研究報告書, 愛知県環境部, 109-182.
- 桑原 徹, 1985, 濃尾平野の地盤沈下と地下水, 名古屋大学出版会, 35-76.
- 町田 洋・新井房夫, 1992, 火山灰アトラス, 東大出版会, 276 pp.
- 牧野内 猛・森 忍・檀原 徹・竹村恵二・濃尾地盤研究委員会断面 WG, 2001, 濃尾平野における沖積層基底礫層(BG)および熱田層下部海成粘土層の年代-臨海部ボーリング・コアのテフラ分析に基づく成果一, 地質雑, 107, 283-295.
- 松田時彦, 1974, 1891 年濃尾地震の地震断層, 地震研究所研究速報, 13, 85-126.
- 三雲 健・安藤雅孝, 1975, 濃尾地震の解析の再現, 科学, 45, 50-58.
- 村松郁栄, 1963, 濃尾地震激震域の震度分布および地殻変動, 岐阜大学学芸学部研究報告(自然科学), 3, 202-224.
- 村松郁栄・松田時彦・岡田篤正, 2002, 濃尾地震と根尾谷断層帯-内陸最大地震と断層の諸性質, 古今書院, 340 pp.
- 小穴研究室, 1961, 濃尾平野の地下水, 愛知県工場誘致委員会, 104 pp.
- 岡田篤正, 1979, 愛知県の地質・地盤(その4)活断層, 愛知県防災会議地震部会, 122 p.
- 岡田篤正・牧野内 猛・鈴木康弘, 2000, 愛知県の活断層(その2), 活断層文献調査研究-尾張地区 愛知県防災会議地震部会, 125 pp.
- 岡田篤正・牧野内 猛・鈴木康弘, 2002, 愛知県の活断層(その1), 活断層文献調査研究-概要と評価, 愛知県防災会議地震部会, 125 pp.
- 杉崎隆一・柴田 賢, 1961, 地下水の地球化学的研究(第一報)-濃尾平野の地下構造と帯水層の分布一, 地質雑, 67, 335-345.
- 横尾義貫・嘉藤良次郎・桑原 徹, 1967, 地質学的考察. 伊勢湾北部地域地盤沈下調査研究報告書(名古屋大学地盤変動研究グループ), 77-102.
- 横尾義貫・堀内英明, 1969, 名古屋およびその周辺の地盤災害, 名古屋地盤総論, コロナ社, 52-69.