ネオテクトニクス研究史

池 辺 展 生¹⁾・成 瀬 洋²⁾

History of Neotectonic Researches on the Japanese Quaternary

Nobuo IKEBE & Yô NARUSE

The geological investigation of the Neodani earthquake fault clearly came into view at the occasion of the Nobi earthquake in 1891 was the first contribution to the younger tectonics in Japan (KOTO 1893). Immediately after this earthquake, the Imperial Earthquake Investigation Committee was organized. The Kanto earthquake of September 1923, which severely attacked the hearty region of Japan including the cities of Tokyo and Yokohama, called forth the mind of Japanese geologists and geographers the importance of the stratigraphical and tectonic studies in the lowland areas. The Earthquake Research Institute of the University of Tokyo was thus established for the purpose of all scientific investigations on the earthquake problems including geotectonics.

The development of the neotectonic researches in Japan since 1923 would be divided into the following three stages.

The first stage (1923—1945)—The age of the “embryonal” researches on the neotectonics, or the age of the descriptive researches. Many researches especially on the apparent or locational relations between earthquakes, geomorphology and geology were discussed and published. Among them nearly all of the living or recent problems in progress during later stages were found, though only fragmentally or not substantially. These studies are as follows: The conception of the Kanto structural basin (YABE 1925, YABE & AOKI 1927, AOKI & TAYAMA 1930); drowned valley and the latest land connection (YABE 1929); the conception of tilted blocks with active faults (YAMASAKI 1925, 1927); relation between geomorphology and tectonics (YAMASAKI & TADA 1927, TADA 1929); distribution of geomorphologically distinct faults (TSUJIMURA 1923, 1926); elevation of raised beaches and river terraces in connection with tectonics (IMAMURA 1928, 1932, 1933); Pleistocene stratigraphy and tectonics in Kinki district (NAKAMURA 1930, 1933, 1934, TAKEYAMA 1933, IKEBE 1933, UEJI 1936); geomorphic development and neotectonics based on the detailed stratigraphy (OTUKA 1931, 1933, 1939, 1948); deformation measured by precise levelling (Earthquake Research Institute 1927—); measurement of amount of strike-slip dislocation of the Tanna fault (KUNO 1936); Quaternary movement of the Median tectonic line of SW. Japan (KAWADA 1939, KOBAYASHI 1941).

Among above-mentioned, there were many neotectonically important or suggestive conceptions or data to be expected of more detailed study. However, under the severe circumstance of the unfortunate war, many research works were obliged to interrupt.

The second stage (1946—1955)—“A phoenix stage” or the age of new development after the war. After the demobilization, revival of academic works had immediately performed by the researchers of the preceeding stage. Moreover, younger researchers educated during or after the war, had taken the place of the above-mentioned workers in the neotectonic circle of science.

The Nankaido earthquake in 1946 had served as a moment to the revival of geosciences in Japan (NAGATA 1947, WATANABE 1948). Several flood disasters caused by typhoons had stimulated the investigations on the geomorphology and geology of alluvial lowland areas, especially by using airphotographs (NAKANO 1954, MINATO *et al* 1950, 1953). SUGIMURA and NARUSE (1954, 1955) discussed the relation between the eustatic and crustal movements. SUGIMURA (1952), succeeding OTUKA's works, realized the parallelism of the active folding measured by the height distribution of river terraces to the structure of the basement Neogene formations. MACHIDA and OKURA (OTA) (MACHIDA 1948, 1951, OKURA 1953, 1958, OTA 1964) tried to realize the characteristics

1) 大阪市立大学理学部, Faculty of Science, Osaka City University, Osaka

2) 大阪経済大学教養部, College of General Education, Osaka Keizai University, Osaka

of neotectonic movement from the analytical studies of river and coast terrace deposits. Age of the Pleistocene glaciation in the central mountains in Japan were discussed by KOBAYASHI and SHIKAMA in 1949. Based on this study KOBAYASHI (1953) has illustrated the conspicuous upheaval of the central mountains since the end of the Tertiary.

Several fruitful research groups have been organized since the establishment of the Association of Geological Collaboration in Japan in 1947. Among them, the Osaka Group Research Group (organized in 1951) and the Setouchi Research Group (1951) continued the investigation on the Pliocene-Pleistocene geohistory in Kinki and Setouchi (Inland Sea) districts (born of the conception of the Rokko movements). On the one hand, the Kanto Loam Research Group has been organized in 1953, resulting in the detailed stratigraphic classification in connection with terrace deposits, of the so-called Kanto Loam formerly long been believed as only one horizon. Standard stratigraphic criteria for the late Pleistocene tectonic and eustatic movements were thus established by the tephrochronological studies of the Kanto Loam.

As for the geophysical side of investigation, the Map of Bouguer anomalies in Japan (1 : 2,000,000) has been worked out (TSUBOI *et al* 1954). The results of re-levelling done by the Geographical Survey Institute, were critically discussed by MIYABE, DAMBARA, *et al* (1952, 1964, 1966).

In 1952, the Japan Branch of INQUA had been organized to promote interdisciplinary researches on the Japanese Quaternary from geological, geophysical, geomorphological archeological, anthropological, botanical and zoological aspects.

The third stage(1956—)—Neotectonics as a science of Quaternary. No distinct limitation between the second and third stages. Many important works, such as on the Osaka group and the Kanto Loam, have been continued. However, the organization of the Japan Association for Quaternary Research (continuation of the Japan Branch of INQUA) in 1956, and the starting of its periodical "*The Quaternary Research*" mark the begining of the new stage. The papers dealing with Quaternary tectonics rapidly increased. The following items should be mentioned.

(1) Development of regional neotectonic studies.—Setouchi province (KASAMA & HUZITA 1957); Rokko movements (IKEBE 1956, IKEBE & HUZITA 1966, HUZITA 1962 *etc.*); foundation folding (MAKIYAMA 1956); Osaka group (ITIHARA 1960, 1966); Tokai province (TSUCHI 1960 *etc.*); coastal terraces (NAKAGAWA 1961 *etc.*); Kyushu (SHUTO 1958, 1962). (2) Geology of lowland plains.—Kanto structural basin (Geological Survey, KANEHARA *et al* 1958, KAWAI 1961, 1965); Nagoya and Ise bay (MATSUZAWA & KATO 1954, 1960 *etc.*, SUGIZAKI & SHIBATA 1961, MATSUZAWA & KUWABARA 1964, MATSUZAWA 1968, TAKEHARA 1965); Osaka (IKEBE *et al* 1965, HUZITA 1966 by sonic survey). (3) Earth movements and sea-level changes.—A symposium of "Crustal movements and geomorphology" was held in 1956. Several papers concerning the problem were read and discussed (MACHIDA, ISEKI, YOSHIKAWA and KAIZUKA); discussion on the sea-level change by glacial control and crustal movements (SUGIMURA 1950, SUGIMURA & NARUSE 1954, KAIZUKA 1955, MINATO 1954); tephrochronology of the Kanto Loam and crustal movements (Kanto Loam Research Group 1960); sea-level change curve (KAIZUKA 1958, HATORI 1962, NAKAGAWA 1965, FUJI 1966 *etc.*); coastal terraces (YOSHIKAWA, KAIZUKA & OTA 1964).

(4) Amount and rate of Quaternary earth movements.—Data of Radiocarbon dating analysed by KIGOSHI (1962—1966) rapidly increased. Quantitative studies of the rate of crustal movements, thus, become possible. Amount of strike-slip displacements of faults (SUGIMURA 1963, SUGIMURA & MATSUDA 1965, MATSUDA 1966); equal rate of crustal movement (SUGIMURA 1967, NAKAMURA 1964, OTA 1966, KAIZUKA 1967); neotectonic movements of the Median tectonic line (SHIIDA 1953, IMAMURA *et al* 1964, KANEKO 1966, OKADA 1968).

(5) New organization of neotectonic research both international and national.—Commission on neotectonics in the INQUA (1957); first symposium of CRCM (Commission of Recent Crustal Movements) of IUGS (1962); symposium on "Sea level changes and crustal movements of the Pacific during the Pliocene and Post-Pliocene time (11th Pacific Science Congress, Tokyo, 1966 published in 1967); neotectonic group of the UMP in Japan (1964—1966); group to compile the map of Quaternary crustal movements in Japan (HATORI *et al* 1964, KAIZUKA *et al* 1966); organization of the Commission on Neotectonics in Japan (1966); symposium on Quaternary crustal movements (1968, Tokyo).

The very recent progress of Quaternary tectonic studies in Japan is, though slowly, to approach the problem of prediction of earthquake (Miyamura 1962, Suzuki 1967 etc.).

§1 はじめに

第四紀テクトニクスの研究は、それが地質構造論と深く関連しているという点からすれば、日本における近代地質学のはじまり(1880年代)にその源をたずねることが出来よう。しかし、地形学・層位学・構造地質学などの諸分野が地質学一般の中から分化・確立されたのは1920年頃であって、それ以前の研究は極めて大観的なものにとどまっており、新しい構造を発達史的に古い構造から区別して取扱ったものはほとんどみられない。ただ濃尾地震(1891年)の際にあらわれた根尾谷地震断層の研究(Koro, 1893)や、1892年に設置された「震災予防調査会」の活動が、地震と地形・地質との関係を追求して多くの重要な資料を残したことは注目されてよい。

1923年の関東大地震は、分化・独立しつつあった地質関係諸分野の発展に絶大な刺激を与え、すぐれた研究が相次いで発表された。したがってわが国におけるネオテクトニクス研究のはじまりをここにおくことができる。以後1945年までの戦前の時代を第Ⅰ期とする。戦後の研究の進歩は急速かつ連続的で明瞭な段階を区切ることは困難であるが、便宜上日本第四紀学会の設立(1956年)までを第Ⅱ期それ以降を第Ⅲ期とした。以下の区分にしたがって順次述べることにする。

§2 第Ⅰ期 初期の研究(1923—1945)

関東地震を機として地質関係諸学者の関心は一斉に低地の地形・地質に向けられた。その研究成果は1930年前後から続々と発表されたが、その中には今日のネオテクトニクス研究上の重要な問題がほとんどふくまれているといつてよい。

1. 震災後まず取上げられたのは、地震と地形・地質との関係であった。以前から日本の新生代地史に特に関心をよせていた矢部長克は、青木廉二郎・田山利三郎らの協力をえて関東平野の地質構造を研究したが、そこではたんに地質構造の解明にとどまらず、段丘面の変位とその配列を考慮しつつ関東平野のネオテクトニクスを考察し、「関東造盆地運動」を提唱した(Yabe, 1925; 矢部・青木, 1927; 青木・田山, 1930など)。このような地形と結びつけた構造盆地の概念は、日本の平野の研究上極めて示唆にとむものであったが、当時はまだ層序学

的基礎が不十分であったため、そのより詳しい解析は戦後にまたねばならなかった。また矢部・田山は、日本近海の海底地形にも目を向け、最新地質時代におけるおぼれ谷の形成と、それ以前の著しい隆起、大陸接続について論じた(Yabe, 1929; Yabe & Tayama, 1929)。

2. 山崎直方は、地震時の急激な地表変形と、地形地質構造との関係に深い関心を示し(山崎, 1925, '27)、「活断層をともしう傾動地塊」の概念を提唱した。後にさらに水準改測の資料にもとづく「慢性的変動」も取り入れて、地塊運動を論じた(山崎, 1928)。このように現在と過去の地殻運動の結びつきを意図的にとらえようとした点、彼は今日のネオテクトニクス研究の開拓者と言えよう。山崎に指導された多田文男の初期の研究にもこのような方向のものが見うけられる(山崎・多田, 1927, '28; 多田, 1929)。また今村明恒も地震学者としてこの問題に興味を示し、京都・大阪地域の活断層の研究など興味深い研究を数多く残している(Imamura, 1929ほか)。

3. 一方山崎とともに日本の地形学の確立に大きな役割を演じた辻村太郎(地形学, 1923; 日本地形誌, 1929)は、特に断層地形の研究に関心をもち(辻村, 1926など)。その方法は地形図から新期の断層を予察する上に有効なものではあったが、彼自身は形態と分布に終始して、動的なネオテクトニクスの方向へは進まなかった(断層地形図説, 1943)。地形学的な地殻変動の研究法として他の一つは、段丘の高度分布から地盤運動を論ずるものであった。渡辺光(1928)・今村学郎(1928)等は各地の隆起汀線高度をしらべて地盤運動の性質を考察した。今村はさらに河岸段丘をもふくめた段丘面の変位を検討し、「地波」と呼ばれる波状の地表変形を明らかにした(今村, 1932, 1933)。

4. 一方、関西でも関東地震直後から小川琢治・中村新太郎を中心として地質構造と地震との関係についての研究が始められたが、特に中村新太郎は、丹念な野外調査にもとづいて、近畿中北部の新期の新生代層の層序と構造を次々と明らかにしていった(中村, 1930, 1934など)。断層についてはその変位の方向や時代を詳しく吟味し、たとえば根尾谷の地震断層を「生動断層」(active fault)としている(中村, 1927)。また「山砂利層」を洪積層の1層準を示すものとし、山砂利層の変位から新期の地殻変動を論じた(Nakamura, 1933)。

彼に指導された竹山俊雄も、この手法を中国山地の山砂利層（尾道層など）に適用し、洪積世以降の変位量を推定している（竹山, 1933）。同じ頃、池辺展生（1933, 1934）も古琵琶湖層を切る断層群を報告した。その他六甲山地丸山衝上断層の発見（上治, 1936）にはじまる上治寅次郎の一連の研究があるが、これらは戦後に引継がれて大阪層群と六甲変動の研究として実を結ぶことになる。

5. 1930～1940年代に、層位学的基础に立って地形を発達史的にとらえ、第四紀学的なネオテクトニクス研究に一家をなしたのは大塚弥之助である。まず彼は日本の海岸線の発達について、現在地形・地質上に示されるいわゆる“地盤運動”は、海面の eustatic な変動と地殻変動との複雑な組合せの結果であるとした（大塚, 1931）。しかし、後の彼はこのすぐれた着想からむしろ後退し、地殻変動のみで発達史を説明しようとしている（大塚, 1948 など）。また大塚は、第四紀における日本島の背部の曲隆と周縁部の沈降という考えで、陸上の地形面と海底平坦面とを結びつけようとした（大塚, 1933）。これらの大塚の研究方法は岩波講座「第四紀」（1931）・「地形発達史」（1933, 望月勝海と共著）の中にまとめられており、今日の第四紀学の原型をなすものとしてその新鮮さを失っていない。また彼は日本各地の新第三紀層の調査をおこない、第三紀の地殻変形史を総括したが（Oguka, 1939）、これはまた第三紀のテクトニクスと第四紀のそれとの関連をとらえる上で重要な貢献であった。

6. 測地学の分野では、1920年代から水準点の改測や、破壊的地震後の震央付近の三角測量がさかんにこなわれるようになり、地殻の“急性的および慢性的変形”に関する測地学的資料は急速に蓄積されていった。そしてこれらは主として今村明恒・寺田寅彦・宮部直巳・坪井忠二等の地球物理学者の手でまとめられ、1927年以後「地震研究所彙報」・「地震」などの誌上に続々発表された。これらの結果はまたいちやく地形地質学の分野にとり入れられ、前述の山崎等の研究以後も活断層の研究（大塚, 1936; 花井, 1936）や活褶曲の研究（大塚, 1941; 池辺, 1942）となって現われた。

7. この他 1930年代の業績の中では、久野久（1936）の丹那断層の研究が注目される。これは、丹那盆地の断層地形、地質構造、北伊豆地震における変形などを統一的にらえ、洪積世以降における丹那断層の変位を量的に求めたもので、今日の水平ずれ活断層研究の先駆をなしたものとして意義が大きい。

西南日本中央構造線に沿って第四紀に衝上断層による変位のあることは河田喜代助（1939）により紀ノ川沿いで確められ、この変動は後に小林貞一（1941）によって中央構造線の生成史の菖蒲谷時階と名付けられた。

8. 1940年代に入ると、戦争の影響はこの分野にもおよんで、ネオテクトニクスに関連した研究報告は著しく減少した。中で早くから構造地質学に興味をいだいていた横山次郎は、それまでの現象的研究から一步すすめて、地殻の変形理論にもとづく地質構造の成因的研究にとりくんだ。本主題に関係の深いものとしては仮凝固堆積岩の変形断層をとり扱ったものがある（横山, 1941）。

9. まとめ：このように 1930 年前後からすぐれた着想にもとづくネオテクトニクス研究の新分野が開拓され、今日なおその意義を失わない重要な研究も少からず発表されたが、それらは十分な展開を見ないままに戦争によって中断されることになった。これはわが国における第四紀層位学の発達がおくれたことに大きな原因があり、結局層位学的研究よりも地殻運動論が先行した感があった。なお、1940年代には第 I 期に活躍した人々たちによるまとめの著作がいくつか出されている（たとえば大塚：日本地質構造, 1942; 一：日本島の生ひたち, 1948; 辻村：断層地形図説, 1943; 横山：岩石変形学, 1944 など）。

§3 第II期 新しい展開(1946～1955)

戦後 10 年間のこの時期は、前半においてまず、戦前からの研究者たちによる学問的復興がすすめられたが、1950 年頃から戦後の若い研究者が中堅層の間に成長して、研究面において次第に大きな比重をしめていった、いわば新旧交替の時期といえる。

1. 戦後の地学の復興に大きな刺激剤となったのは南海道地震（1946）であった。地震前後の地表変形がこれまでになく明らかにされ（永田, 1947, 1950）、また地震隆起と海岸段丘との関係もしらべられた（渡辺, 1948）。さらに 1947 年にはカスリン台風による関東平野の水害があり、その後も台風や豪雨による低地の災害が相次いだ。このような震害・水害対策や土地利用の面から、平野の地形の研究がにわかに活発となり、この面からネオテクトニクスをとらえてゆく分野が開かれた。この際空中写真の利用法が開発されて、大きな成果を収めたことは特筆すべきことである。多田文男・中野尊正・井関弘太郎らは日本沿岸各地の沖積平野の発達史と取りくみ、沖積世の海進・海退の様相を明らかにしたが、その背景としては地域的な地盤運動を考えていた（NAKANO,

1954). 同じ頃北海道では湊正雄・陶山国男・北川芳男らの地質学者により沖積低地の形成史的研究がおこなわれ、沖積世における海面変化が論議された(湊・陶山, 1950, MINATO *et al.*, 1953).

2. こうして沖積世における地盤運動や海面変化が話題となりはじめたころ、杉村新(1950)は関東南部の海底地形と沖積層の関係を論じて、eustatic な海面変化の存在を主張した。彼はさらに成瀬洋とともに同地域の沖積世の海岸段丘について、その高度が過去 6000 年間の海面の eustatic な変化と、地震隆起として現象する地盤運動の和としてとらえられることを示した(SUGIMURA & NARUSE, 1954, 1955)。また同じ頃、杉村は大塚(1941)の活褶曲の研究をうけついで、河岸段丘面の実測をおこなってその変形を明らかにし、それが基盤(第三紀層)の地質構造と同じ向きに褶曲していることを示した(杉村, 1952)。

3. 一方、三野与吉に指導された町田貞、大倉(太田)陽子らは、従来の段丘地形の研究の多くが形態的側面に偏っていたことを批判し、段丘堆積物の性格を詳しく検討して、その上に立って地盤運動の特性をとらえようとした。これには町田の一連の河岸段丘の研究(町田, 1948, 1951 など)・これらは 1963 年に総括され単行本として刊行された)や大倉の海岸段丘の研究(大倉, 1953, 1958; 太田, 1964)がある。

4. 小林国夫と鹿間時夫は戦後間もなく、中部山岳地帯における氷蝕作用の時代論と取組み、地形発達・気候変化・段丘との対比などから、その時代を大塚の *dui* とし、この地域は第四紀初頭より隆起運動が継続して、ついにその一部に氷河を見るようになったと考えた(鹿間・小林, 1949)。小林はさらに広くフォッサマグナ地域西部の地形発達史的研究をおこなって、侵蝕面群の編年を試み、その中で第三紀末以降の著しい隆起運動を論じた(小林, 1953)。

5. 戦後の地質学界では、燃料地下資源開発のための基礎調査に多くの新生代研究者が動員されたが、これによって各地の新第三系～下部第四紀の層序と構造に関する知識が飛躍的に増大し、ネオテクトニクスの基礎資料が集積された。たとえば地質学会討論会のテーマに「グリーンタフ地域の地質学的諸問題」が 1953, '54, '55, '57 年とくりかえしえらばれているのもこの間の事情を物語っている。この際、戦後の若い研究者によって新しい共同研究体制が組まれたことが大きな特色で(地学団体研究会の創立, 1947)、近畿地方を例にとってみても、1948 年にはじまった大阪平野の天然ガス調査は、1951

年には池辺展生・藤田和夫・市原実・笠間太郎等による大阪層群研究グループの結成を見、さらに瀬戸内研究グループ(1951)となつて、西南日本内帯の新第三紀以降の造構史・堆積史・火山活動史が研究され、そのなかでたとえば、戦前から研究されていた“六甲変動”の性格を浮び上らせてきた。しかし、グリーンタフ地域などでは第四紀の地殻変動に関する認識は不十分であった。

6. 1950 年代になって第四紀研究の機運が高まり、1952 年には地形・地質・古生物・人類・考古・植物・動物・地球物理その他多くの分野の研究者を集めて、INQUA 日本支部が結成され連絡紙(No. 1~No. 12)が出され(1952)、各分野の交流と第四紀学の確立への第一歩がふみ出された。また同じ頃(1954)北海道の第四紀研究者による「北海道第四紀研究会」が誕生し、連絡紙を発行した(No. 1~No. 11)。このような情勢の中で境界領域の開拓が意欲的行なわれたが、その表われの一つとして関東ローム研究グループの成立(1953)とその活動がある。この中でそれまで長い間洪積世後期のただ 1 つの層とされていた関東ローム層の細かい分層がおこなわれ、段丘面の編年にすすみ、気候変化、海面変化から関東平野の第四紀地史の解明となつて、日本における第四紀研究に一つの基準を与えた。

7. 地球物理学の分野では、坪井忠二指導のもとに、全国の主要道路沿いの重力測定がおこなわれ、200 万分の 1 の日本全域のブーゲー異常図が刊行された(1954)が、これはネオテクトニクスを研究する上で大きな示唆を与えるものとなっている。また国土地理院ではこの期の終り頃までに、日本全国の水準点の再測・三測が完了した。これらの結果は宮部直巳・中野尊正・宮村摂三・塩原毅・溝上恵等によって、さまざまな形で吟味され、近年における地殻変動の特性が明らかとなった(MIYABE, 1952; DAMBARA *et al.*, 1964; MIYABE *et al.*, 1966)。

8. この他村井勇は、大塚の指導のもとに新第三系～第四系中のわれ目系の統計的解析をはじめ、構造発達との関係を論じた(村井, 1948, 1955 など)。

§ 4 第 III 期 第四紀学としてのネオテクトニクス(1956 年以降)

この時代は、研究史的には第 II 期との間にきれ目はない。たとえば大阪層群の研究や、関東ロームの研究は、この両時期にまたがってすすめられている。しかし INQUA 日本支部が発展的に解消して「日本第四紀学会」が創立され、機関紙「第四紀研究」が創刊されたという点でネオテクトニクス研究も新しい時代を迎えたと言える。

る。第四紀研究者の数もこの頃から飛躍的にふえ、ネオテクトニクス関係の論文だけでも枚挙にいとまがないほどである。以下項目を分けて発展の概略を述べることにしたい。

1. 各地の第四紀構造発達史研究の進展

§3で述べた大阪層群研究グループや瀬戸内研究グループの研究成果は1954年以後は、主に個人名で発表されていったが、瀬戸内全域のまとめは笠間・藤田(1957)によっておこなわれた。一方池辺(1956)は、この地域の鮮新世以降の地殻変動を“六甲変動”と呼んだが、同じ頃横山次郎は、六甲変動を機構的にとらえ、それを深部から規定するものとして“基盤褶曲”というアイディアを提唱した(横山, 1956)。この概念をふまえて藤田和夫は詳細な六甲山地の構造地質学的研究をおこない、六甲山地のスラスト系の垂直変位量を求めた(藤田, 1961)。また市原実(1960, '66)は、大阪・明石地域の大阪層群の層位学的研究をまとめたが、その中で六甲変動は、大阪層群堆積後、高位段丘面形成前に極相に達したことを明らかにしている。その後、池辺・藤田(1966)は、六甲変動を古い瀬戸内方向(東西)の変動と区別して、南北に近い方向の変動に再定義した。

同じころ土隆一は東海地方の洪積台地・丘陵の地形発達史および構造発達史の研究に取組み、その成果は相次いで発表されたが(土, 1960a, b, c), その後範囲を西南日本太平洋岸地域全般にひろげ、この地域では新生代後期を通じて、中央構造線に平行な波状の褶曲と、それと斜交する大規模な曲隆・曲降とがおこなわれたとした(Tsuchi, 1961)。

また中川久夫は、1959年から、それまでの関東構造盆地の地形・地質学的研究をひろげて、北海道渡島半島南部から南九州にわたる本邦太平洋岸地域について、段丘とその構成層の研究を、精力的な野外調査と空中写真の判読を併用してすすみ、全域的な段丘区分を確立し、海面変動と第四紀編年を論じた(中川, 1961a, b)。地盤運動については、彼のI~V段丘面の中、海成のⅢ面(R/W間氷期に対比)の転位から、傾動的な運動の存在を指摘している。

九州では首藤次男が、各地の中〜後期新生界の層位学的・構造地質的研究を多年にわたってすすめてきたが、その構造発達史はこの時代になってまとめられた(首藤, 1958)。これは主に新第三紀関係であったが、その後第四紀についてもまとめられ(首藤, 1962)、ふくざつかつ断片的であった九州の新生界の知識も漸く系統化されるようになった。

小林国夫を代表者とする第四紀総合研究会に結集された、多くの地方研究者の層位学的研究の成果(「第四紀」No. 1~No. 13)もネオテクトニクス研究の基礎資料として忘れてはならないものである。1959年日本地質学会大会で討論会「本邦第四紀に関する諸問題」が持たれたのはこうした状況の推移を物語っている。

2. 平野の地下地質

1950年代になって、天然ガス資源の開発(南関東、新潟平野)、深層地下水の利用(濃尾平野、関東平野)、地盤沈下対策(大阪・東京)、臨海工業地帯の造成(伊勢湾、東京湾など)などさまざまな目的から、平野の地下地質の解明の必要に迫られ、各地の沖積低地や海底で地質調査所や地方自治体によって試錐調査がおこなわれた。関東平野では石和田靖章によって試錐コアの微化石分析がおこなわれ、有孔虫帯による層準追跡によって、地表地質との関係や、基盤の沈降量などが明らかにされた(金原ほか, 1958)。河井興三はこれらの地下地質資料をまとめたが、(河井, 1961, 1965)、その中で関東造盆地運動を見事に示す等深線図が掲げられている。

名古屋付近の濃尾平野南部〜伊勢湾北部地域は、名古屋大学の研究者たちによって調査がすすめられ、まず周辺丘陵・台地を構成する第四系が明かにされ(松沢・嘉藤, 1954; 松沢ほか, 1960)、後に沖積低地でおこなわれた試錐資料と結びつけて、濃尾平野の地下構造が論ぜられた(杉崎・柴田, 1961; 「伊勢湾北部地盤図」, 1962; 松沢・桑原, 1964)。松沢勲(1968)は濃尾平野の第四紀地殻運動を、濃尾地塊の傾動運動として総括している。また竹原平一(1965)も地下地質資料にもとづいて、同様の傾動運動を結論している。

大阪地域では、地盤沈下に関連して深層試錐がおこなわれ、その結果は池辺等(1965)によってまとめられた。また花粉分析や珪藻分析もおこなわれて、周辺丘陵の大阪層群との関係がわかってきた。これにより大阪盆地の第四紀の沈降量が明かとなったが、さらに藤田(1966)は、大阪湾の音波探査資料から、“沖積層”基底の接峯面図を描き、洪積世末以降における大阪湾の造盆地運動の様子を明らかにした。

3. 地盤運動と海面変化

1956年秋の日本地理学会大会で、“地盤運動と地形”に関する討論会がおこなわれた。これは翌年日本で開かれた国際地理学会議の予備討論をかねたものであったが、「洪積台地の変形」(町田貞)、「沖積世の地盤運動とユースターシー」(井関弘太郎)、「地盤運動と海面変化」(吉川・貝塚)の3つの報告がなされた。1950年代に入

って、日本のような地盤運動の激しい地域でも、氷河制約的な海面変化がその跡をとどめているという主張が、杉村 (1950; SUGIMURA & NARUSE, 1954, '55), 湊 (1954), 貝塚 (1955) 等の地形・地質学者によってなされていたが、こうした状況の中でこの討論会では、海岸の地形発達史における地盤運動と海面変動の superposition の問題が論議され、この問題に対する関心を大いに高めた。

一方、関東ローム研究グループによる関東ロームおよび関連層の詳しい層位学的研究と地形面の編年 (テフロクロロジー) の確立を通じて、関東地方における洪積世中～後期の海面変化の様相が明らかにされ、それが氷河制約的なものであることが指摘された (関東ローム研究グループ, 1960; 貝塚・成瀬, 1958)。これ以後、とくに 1960 年前後から数年間 (あるいは現在まで)、第四紀地質研究者の間で海水準変化の問題が広く取上げられ (総合研究「日本列島における第四紀の海水準変化」1964～1966)、各地さまざまな海面変化曲線が描かれ (貝塚, 1958; 羽鳥ほか, 1962; NAKAGAWA, 1965; 有明海研究グループ, 1965; 藤, 1966 など)、地盤運動の問題は第 I 期とは逆に背後におしやられた感さえあった。

しかしまた一方吉川虎雄等は、土佐湾北東岸の海岸段丘について、大地震直後および地震間の地表変形を測地学的資料によって検討して地盤の定常的隆起速度を求め、これを世界的な海面変化と superpose することによって、段丘面の編年をおこなった (吉川・貝塚・太田, 1964)。このころから、氷河制約的な海面変化の影響とその限度を見極めた上で、再び海岸地形発達における第四紀地殻運動の問題を取り上げる方向が現われてきた。

4. 第四紀地殻変動の量と速度

第 I 期のグリンタフ研究時代には、第三紀地質構造発達史のつけたしとして、あるいはポスト“グリンタフ造山”期のものとして、ややともすると軽く扱われてきた日本の第四紀地殻変動は、1960 年ごろから第三紀のそれにまさるともおとらない著しいものであることが明かにされてきた。この背景には ^{14}C 年代測定資料の増加が大きく貢献している。1960 年以前のわが国の ^{14}C 年代測定資料は、海外の測定機関に試料をゆだねていたため極めてよくなかったが、学習院大学木越研究室において測定がおこなわれるようになってからは、その資料は激増し (木越ほか, 1962～'66, Radiocarbon, 5～8; 「第四紀」No. 4～No. 12 など) 日本の第四紀末期の年代

目盛は著しく精度を向上した。これは第四紀地殻変動の定量的研究への道を大きくすすめることとなった。

すでに杉村新 (SUGIMURA & NARUSE, 1954, 1955) は南関東の海岸段丘の研究において、地震隆起の積算による地盤上昇を、等速的なものとして論をすすめたが、吉川等 (1964) は測地学的資料を巧みに取り入れてより具体的に等速的隆起運動の速度を求めた。このような考え方の背景には、“地震にともなう不連続的な変位・変形は、大観すれば定常的な第四紀地殻変動であり、その累積として地形面の高度がある”という認識がある。杉村はこの見地に立って 1960 年以後松田時彦とともに中部日本の横ずれ断層の研究に取り組んだ。その結果、柳ヶ瀬断層 (杉村, 1963)、阿寺断層 (SUGIMURA & MATSUDA, 1965)、跡津川断層 (松田, 1966) 等の活断層の変位量が明らかにされたが、とくに阿寺断層では新旧の河岸段丘面がそれぞれ異なった量変位していることから、過去数万年間の各期の変位速度が求められ、それが等速的に進行していることが示された。杉村は阿寺の例に、小国川の活褶曲による段丘面変形、関東構造盆地の増傾斜運動の例を加えて、こうした変動の等速性をさらに過去に延長すると、全変位量との関係から、いずれも変動のはじまりは第四紀初期であるとした (SUGIMURA, 1967)。

この他、増傾斜運動の一様性については、粟島での中村一明等 (1964) の研究があり、褶曲運動の等速度的進行については、太田陽子 (1966)、貝塚爽平 (1967) などの研究がある。このような推移はますます地形・地質学と測地学・地球物理学との結びつきを強めることとなった。

“菖蒲谷時階”の中央構造線の運動については志井田功 (1953 など)、今村外治・中野光雄・中川典 (中川・中野, 1964 など) によりそれぞれ近畿・四国で研究されてきたが、さらに最近には中央構造線に沿う最も新しい運動が“菖蒲谷時階”の衝上運動とは異なった右横ずれであるということが金子史朗 (1966)・岡田篤正 (1968) によって指摘されている。

5. 内外におけるネオテクトニクス研究体制の進展

1950 年代後半から国際的にネオテクトニクス研究の機運が高まった。そのおもな動きを拾ってみると

1957 INQUA 第 5 回総会 (マドリッド・杉原・鹿間出席) で INQUA の中にネオテクトニクスに関する委員会を設置することが決まった。

- 1) とくに第四紀総研 (代表者: 小林国夫では 1960 年発足) において、 ^{14}C 年代委員会を設けて、木越研究室と密接な連絡をとり、各地の第四紀研究者) から提供された試料の年代決定をすすめてきた。この測定数だけでも現在までに 200 件近くに達し、他のものも合せると GaK の code No. は 1000 をこえている。

1960 IUGG (国際測地・地球物理連合) 第12回総会で UMP (地球内部開発計画) が提唱された。

1961 INQUA 第6回総会 (ワルシャワ, 小林国夫出席) でヨーロッパの Neotectonic map をつくる計画が承認された。

1962 IUGG の CRCM (Recent crustal movements 委員会) 主催の Recent crustal movements に関する第1回討論会がライブッチで開催された (宮村出席)。¹⁾

1964 UNESCO の中に Seismicity と seismotectonics に関する作業部会がつけられた。

1965 CRCM 第2回討論会がヘルシンキで開かれた (宮村出席)。

1965 INQUA 第6回総会 (ボールダー) のネオテクトニクス委員会 (池辺出席) で、第四紀ネオテクトニクスの意味についての杉村の提案があり、太平洋地域では第四紀テクトニクスの規模が大きいことが確認され、SUGGATE 及び池辺の提案により太平洋地域作業部会の結成が決まった。

1966 第11回太平洋学術会議 (東京) において、“鮮新世以降の地殻変動と海水準変化” に関する討論会が池辺・小林 (国) をコンビーナーとして開かれた。この期間中に INQUA 太平洋地域作業部会が持たれ、太平洋地域の Neotectonic map をつくることが申し合わされた。

こうした国際的な動きを受けとめて国内でもさまざまな研究組織が生れ、活発に研究がすすめられた。

1964~1966 UMP 調査がわが国で実施された。この中でネオテクトニクス研究グループが A・B・C 各 zone ごとに出来た。

1963 日本の第四紀地殻変動図をつくるグループが杉村を中心として誕生し、現在迄にその中間報告が発表されている (HATORI *et al.*, 1964; KAIZUKA *et al.*, 1966)。

1966 日本第四紀学会にネオテクトニクス小委員会が設置された。

1967 日本地理学会大会で「構造地形」を主題とする討論会が開催され、ネオテクトニクスに対する地形学者の関心の高まりを示した。

1968 日本地質学会大会で討論会「第四紀地殻変動」が持たれ、地球物理学者をまじえてネオテクトニクスについての討論がおこなわれた。

6. 地震予知の問題へ

このような状況は、地形・地質学者と地球物理学者との距離を著しく接近させていったが、とくに近年地震予

知という国民的課題において、地形・地質学者の果たす役割が大きくなったことが注目される。これは破壊的大地震にともなう地殻変形の累積が地形地質学的にとらえられる場所が存在すること (丹那断層, 柳瀬断層, 跡津川断層などの活断層や房総半島, 伊豆半島, 室戸半島, 粟島などの隆起), そのような場所での破壊的大地震に周期性があることが判ってきたからである。また震源の地理的・深度的分布と、地質構造あるいは第四紀の造構造運動との関係についても、いろいろ興味深い話題が提供されている (宮村, 1962; 鈴木, 1967)。特定研究「地震予知に関する地形・地質学的研究」が地震予知研究の一環として 1966 年からスタートしたのも、このような勢を反映したものにほかならない。

7. その他

以上いくつかの項目を設けて研究進展の跡を概観したが、この他ネオテクトニクス研究に関連したものをあげると、第一に地質構造の力学的解析があげられる。すでに述べたように、堆積岩中に発達する節理・小断層の統計的解析から、その地域の構造発達に関与した応力分布を復元する試みは村井勇・金子史朗らによってなされてきたが、1960年代に入って、地質調査所の岩石物性グループに属する平山次郎・垣見俊弘らによって GZOVSKII の手法を応用した地層中の応力場の解析がおこなわれ、たとえば三浦半島の第四紀構造発達の推移を明らかにする上で新しい光を投げかけた (平山・垣見, 1965; 垣見ほか, 1966)。

もう一つは海底地形に関する知識の進歩である。1960年代になって国産の器械による東京湾・大阪湾その他近海陸棚上の音波探査がおこなわれ、海底の沖積層下に埋没した平坦面、谷地形の存在が明らかとなり、沿岸地域の洪積世末以降の海面変化と地盤運動を知る上に大きな貢献をした (中条, 1962; 藤田, 1964 など)。一方 1950年代の末から海洋調査船の建造が相次いですすみ、わが国でも漸く本格的な深海研究がはじまった。このような中で 1966年には金沢で開かれた日本地質学会大会で、討論会「日本海地域の地学的諸問題」が持たれ日本海底の構造と発達について新しい知識が提供された。またこれを機として「日本海地域の総合研究」が発足した。こうしてわれわれの研究領域は、陸上のネオテクトニクスから海底をふくめたネオテクトニクスの研究へと広がってゆくのである。

8. まとめ: 戦後の地学関係諸分野の発展の中で、ネオテクトニクスの研究も多彩なものとなっていったが、

1) このとき、1904~1961の間の日本の新しい地殻変動についての文献集が出版された。(MIYAMURA, 1962)。

また第四紀学会の創立に現われているように、第四紀に関連した諸事象を総合的にとらえてゆくという“第四紀学”への道が開かれた。そしてネオテクトニクス研究も第四紀学の一環として新しく脚光を浴びることになり、地震予知といった応用面への期待もいっそう大きくなってきた。

§5 あとがき

筆者等の専門領域が新生代地史学であるため、主題のような広範囲の分野に関連する研究史を書いてみて、かなり脱落があったのではないかと思う。また、第Ⅱ期についてはいくつかの小項目にしばったために、意識的にふれなかったものも多い。たとえば地形学の分野に限っても、構造地形に関する有井琢磨・藤原健蔵・金子史朗等の研究、高位平坦面の発達史的研究（木曾敏行・小池一等）、河岸段丘と地盤運動に関する研究（白井哲之等）などがそうである。それにも拘らず雑然としているのはネオテクトニクス研究の裾野の広さとその学問的若さのためかもしれない。終りに有益な助言をいただいた貝塚爽平・杉村新の両氏に厚く感謝する。

引用文献

- 青木廉二郎・田山利三郎 (1930) 関東構造盆地、特にその西辺の地形および地質に就て。齊藤報会学協報, **8**, 1—13.
- 有明海研究グループ (1965) 有明・不知火海の第四系。地国研専報。
- 中条純輔 (1962) 古東京川について。地球科学, **59**, 30—39.
- DAMBARA, T. and M. HIROBE (1964) Vertical movements of Japan in the past 60 years. *J. Geod. Soc. Japan*, **10**, 6—13.
- 藤 則雄 (1966) 沖積世泥炭層と埋没林との層位学的研究—北陸における沖積統の研究 (Ⅱ)—。地質雑, **72**, 11—22.
- 花井重次 (1936) 相模湾地域の地形と大震に際する地形変動との関係に就いて。日本学術協会報, **11**, 188—189.
- 羽鳥謙三・井口正男・貝塚爽平・成瀬 洋・杉村 新・戸谷 洋 (1962) 東京湾周辺における第四紀末期の諸問題。第四紀研究, **2**, 69—90.
- HATORI, K., S. KAIZUKA, Y. NARUSE, Y. OTA, A. SUGIMURA and T. YOSHIKAWA (1964) Quaternary tectonic map of Japan. *J. Geod. Soc. Japan*, **10**, 111—115.
- 平山次郎・垣見俊弘 (1965) 地層中の応力場の解析法とその事例について。地球科学, **78**, 23—31.
- 藤田和夫 (1961) 六甲山地のスラスト系—近畿中部における第四紀の地殻運動量。横山教授記念論文集, 23—30.
- (1966) 大阪湾の地質構造的意義。松下教授記念論文集, 133—141.
- 池辺展生 (1933) 琵琶湖西方の古琵琶湖層。地球, **20**, 241—260.
- (1934) 滋賀県甲賀郡東部の中新統。地球, **22**, 110—123.
- (1942) 越後油田褶曲運動の現世まで行われていることに就いて。石油技協誌, **10**, 184—185.
- IKEBE, N. (1956) Cenozoic geohistory of Japan. *Proc. 8th Pacific Sci. Congr.*, 446—455.
- 池辺展生ほか (1965) 深層試錐の結果からみた大阪市の基盤地質。日本地質学会関西支部報, No. 57, 4—6.
- IKEBE, N. and K. HUZITA (1966) The Rokkō Movements, the Pliocene-Pleistocene crustal movements in Japan. *Quaternaria*, **8**, 277—287.
- IMAMURA, A. (1929) On the active faults in the Kyoto-Osaka district. *Proc. Imp. Acad.*, **5**, 462—464.
- 今村学郎 (1928) 海蝕台地の変位より見たる撓曲運動と傾斜運動。地理評, **4**, 237—247.
- (1932) 地波—地殻運動の一型式。岩波講座, 「地理学」
- ・三野与吉 (1933) 愛媛県肱川下流地方の地波に就いて。地理学年報, **1**, 25—50.
- 井関弘太郎 (1956) 地盤運動と地形、沖積世の地盤変動とユースタシー。地理評, **29**, 620—628.
- 市原 実 (1960) 大阪・明石地域の第四紀層に関する諸問題。地球科学, **49**, 15—25.
- (1966) 大阪層群と六甲変動。地球科学, **85**・**86**, 12—18.
- 貝塚爽平 (1955) 関東南岸の陸棚形成時代に関する一考察。地理評, **28**, 15—26.
- (1958) 関東平野の地形発達史。地理評, **31**, 59—85.
- KAIZUKA S. (1967) Rate of folding in the Quaternary and the Present. *Geogr. Rep. Tokyo Metropolitan Univ.*, **2**, 1—10.
- ・成瀬 洋 (1958) 関東ロームと関東平野の第四紀の地史。科学, **28**, 128—134.
- KAIZUKA, S., A. SUGIMURA, Y. OTA, Y. NARUSE, T. YOSHIKAWA and K. HATORI (1966) Quaternary tectonic map of Japan (the second report). *Quaternaria*, **8**, 289—295.
- 垣見俊弘・平山次郎・影山邦夫 (1966) 小断層から求めた三浦半島北部の造構的応力場。地質雑, **72**, 469—489.
- KIGOSHI, K. et al (1962—'66) *Radiocarbon*, **5**, 84—94, **5**, 109—117, **6**, 197—207, **7**, 10—23, **8** (in press).
- 金原均二・本島公司・石和田靖章 (1958) 天然ガス, 朝倉書店。
- KANEKO, S. (1966) Transcurrent displacement along the Median line, Southwestern Japan. *N. Z. Jour.*

- Geol. Geophys.*, **9**, 45—59.
- 関東ローム研究グループ (1960) 関東ロームの諸問題 (Ⅱ). 地球科学, **46**, 1—18.
- 笠間太郎・藤田和夫 (1957) 瀬戸内地質区の特性と変遷. 新生代の研究, **24—25**, 11—19.
- 河井興三 (1961) 南関東ガス田地帯についての鉱床地質学的研究. 石油技協会誌, **26**, 212—266.
- KAWAI, K. (1965) Natural gas geology of the southern Kantō region, Japan. *Contribution from the Government of Japan to ECAFE 3rd petrol Symp.*
- 河田喜代助 (1939) 紀ノ川流域の“中央線”に沿う地質. 矢部記念論文集, **1**, 39—53.
- 小林国夫 (1953) フォッサマグナ西部における洪積世侵蝕面群. 地理評, **26**, 291—307.
- KOBAYASHI, T. (1941) The Sakawa orogenic cycle... *J. Fac. Sci. Imp. Univ. Tokyo*, sect. II, **5**, 219—578.
- KOTO, B. (1893) On the cause of the Great Earthquake in Central Japan, 1891. *Jour. Coll. Sci.*, **5**, 295—353.
- 久野 久 (1936) 最近の地質時代に於ける丹那断層の運動に就いて. 地理評, **12**, 18—32.
- 町田 貞 (1948) 段丘面形成の地形学的研究. 地理評, **21**, 289—293.
- (1951) 礫の分布より見た渡良瀬川中流地域の地形. 地理評, **24**, 162—169.
- (1956) 地盤運動と地形, 主として台地について. 地理評, **29**, 615—620.
- (1963) 河岸段丘. 古今書院.
- 横山次郎 (1941) 仮凝固堆積岩の変形及び断裂. 地質雑, **48**, 394—402.
- MAKIYAMA, J. (1956) Cyclic nepton group of Kinki area, Japan. *Mem. Coll. Sci. Kyoto Univ.*, Ser. B, **23**, 169—177.
- 松田時彦 (1966) 跡津川断層の横ずれ変位. 震研報, **44**, 1179—1212.
- 松沢 勲 (1968) 本州中部における傾動運動について—特に濃尾傾動地塊の構造発展—. 地質雑, **74**, 61—71.
- ・嘉藤良次郎 (1954) 名古屋及び付近の地質. 愛知県建設部.
- ・——・桑原 徹・木村敏雄・植村 武・都築芳郎 (1960) 猿投山南西部地域の地質. 愛知県教育委員会.
- ・桑原 徹 (1964) 濃尾平野の地下構造とその構成. 伊勢湾台風災害調査研究報告, 14—39.
- 湊 正雄 (1954) 後氷期の世界. 築地書館.
- ・陶山国男 (1950) 沖積世の問題. 地球科学, **3**, 77—92.
- MINATO, M. et al. (1953) Zur Entwicklung des Abashiri-Sees. *J. Fac. Sci. Hokkaido Univ.* Sec. IV, **8**, 259—266.
- MIYABE, N. (1952) Vertical earth movements in Japan as deduced from the results of re-running the precise levels. *Bull. Earthq. Res. Inst.*, **30**, pt. 2, 127—162.
- , S. MIYAMURA and M. MIZOUE (1966) A map of secular vertical movements of the earth's crust in Japan. *Ann. Acad. Sci. Fennicae*, Ser. A, **90**, 287—289.
- 宮村撰三 (1962) 地震活動と地体構造. 地震, **2**, **15**, 23—52.
- MIYAMURA, S. (1962) Japanese contributions to the study of Recent movements of the Earth's crust. *Symp. Recent Movements of the Earth's Crust*, 1962, Leipzig, Comm. Recent Crustal Movements. I. U. G. G., 23 pp.
- MURAI, I. (1948) Notes on the fracture system developed in the Setogawa group (Nirazaki-Shizuoka). *Bull. Earthq. Res. Inst.*, **26**, 49—53.
- 村井 勇 (1955) 福井平野周辺地域の地質構造解析. 震研報, **33**, 121—151.
- MURAI, I. (1966) Geotectonic maps of the Japanese Islands. (I)—Map of faults. *Bull. Earthq. Res. Inst.*, **44**, 551—559.
- NAGATA, T. and A. OKADA (1947) Land deformation of Muroto Point before and after the Nankaido Great Earthquake on Dec. 21, 1946. *Bull. Earthq. Res. Inst.*, **25**, 87—89.
- NAGATA, T. (1950) Summary of the geophysical investigation on the great earthquakes in South-western Japan on Dec. 21, 1946, *Trans. Amer. Geophys. Union*, **31**, 1—6.
- 中川久夫 (1961a) 東北日本南部太平洋沿岸地方の段丘群. 地質雑, **67**, 66—78.
- (1961b) 本邦太平洋沿岸地方における海水準静的変化と第四紀編年. 東北大地質古生物教室研究邦文報告, No. 54.
- NAKAGAWA, H. (1965) Pleistocene sea levels along the Pacific coast of Japan. *Tohoku Univ., Sci. Rep.* 2nd Ser. Spec. Vol. no. 5, 373—393.
- 中川 典・中野光雄 (1964) 讃岐山脈中部南麓に発達する“中央構造線”. 地質雑, **70**, 52—58.
- NAKAMURA, K., K. KASAHARA and T. MATSUDA (1964) Tilting and uplift of an island, Awashima, near the epicentre of the Niigata Earthquake in 1964. *J. Geod. Soc. Japan*, **10**, 172—179.
- 中村新太郎 (1927) 根尾断層に就て. 地球, **8**, 249—256.
- (1930) 日本に於ける洪積層の分層. 日本学術協会報, **5**, 115—117.
- (1934) 近畿中部に於ける地質構造線 (1) (2). 地球, **22**, 155—163, 328—337.
- NAKAMURA, S. (1933) Mountain gravels in the Shigaraki Plateau, Central Japan. *Proc. 5th Pacific Sci. Congr.* 1593—1596.
- NAKANO, T. (1954) Crustal movement and shoreline development along the Pacific coast of Japan during Holocene period. *Bull. Geogr. Surv. Inst.*, **4**, pt. 1, 87—113.

- 岡田篤正 (1968) 阿波池田付近の中央構造線の新时期断層運動. 第四紀研究, **7**, 15—26.
- 大倉陽子 (1953) 常盤沿岸地方南部の地形—とくに海岸段丘面の形成過程について—. 地理評, **26**, 52—62.
- (1958) 阿武隈山地東北縁部の段丘地形—段丘堆積物の分析を中心として—. 地理評, **31**, 206—219.
- 太田陽子 (1964) 大佐渡沿岸の海岸段丘. 地理評, **37**, 226—242.
- OTA, Y. (1966) The crustal movement in the late Quaternary considered from the deformation at terrace plains in north-eastern Japan. *Proc. 11th Pacific Sci. Congr. Tokyo*, 1966.
- 大塚弥之助 (1931) 日本島の沖積期初期の海岸線の変化とその沿岸陸棚に発達する沈溺谷に関する時代的考察その他. 地理評, **7**, 447—458.
- (1933) 日本の海岸線の発達に関する考え. 地理評, **9**, 819—843.
- (1936) 昭和 10 年 4 月 21 日台湾中部地方に起った地震に伴える地震断層, 付地震断層の諸特徴. 震研報別冊, **3**, 22—74.
- OTUKA, Y. (1939) Tertiary crustal deformations in Japan (with short remarks on Tertiary palaeogeography). *Jubilee Publ. Commem. Prof. YABE*, **1**, 481—519.
- (1941) Active rock folding in Japan. *Proc. Imp. Acad. Tokyo*, **17**, 518—522.
- 志井田功 (1953) 竜門地方の新生代堆積物 “竜門累層” について. 奈良県総合文化調査報告 (竜門地区), **4**, 1—18.
- 鹿間時夫・小林国夫 (1949) 日本中央山地の氷期の時代について. 地質雑, **55**, 65—71.
- 首藤次男 (1958) 九州の中・後期新生界の堆積—構造的特性. 新生代の研究, **28**, 8—18.
- (1962) 九州の最新統の地史学的研究 I—IV. 地質雑, **68**, 269—281, 301—312, 481—486, 522—536.
- 杉村 新 (1950) 関東地方周辺の海底段丘その他について. 地理評, **23**, 10—16.
- (1952) 褶曲運動による地表の変形について. 震研報, **30**, 163—178.
- (1963) 柳が瀬断層. 第四紀研究, **2**, 220—231.
- SUGIMURA, A. (1967) Uniform rates and duration period of Quaternary earth movements in Japan. *J. Geosci. Osaka City Univ.*, **10**, Art. 1, 25—35.
- and Y. NARUSE (1954, '55) Changes in sea level, seismic upheavals, and coastal terraces in the southern Kantō region, Japan (I) (II). *Jap. J. Geol. Geogr.*, **24**, 101—113; **26**, 165—176.
- and T. MATSUDA (1965) Atera fault and its displacement vectors. *Geol. Soc. Amer. Bull.*, **76**, 509—522.
- 杉崎隆一・柴田 賢 (1961) 地下水の地球化学的研究 (第 1 報)—濃尾平野の地下構造と帯水層の分布—. 地質雑, **67**, 335—345.
- 鈴木尉元 (1967) 日本付近の震源の分布. 地質ニュース, **152**, 1—9.
- 多田文男 (1929) 川の流路の変遷によって知り得たる伊賀島ヶ原地塊の運動. 震研報, **7**, 531—557.
- 竹原平一 (1965) 伊勢湾周縁の地盤問題 (演旨). 地質雑, **71**, 345—346.
- 竹山俊雄 (1933) 吉備高原並に其の付近の洪積層とその変位. 地球, **20**, 428—443.
- 土 隆一 (1960 a) 有度山の地質構造ならびに地史. 地質雑, **66**, 251—262.
- (1960 b) 大井川下流地方第四系の地史学的考察. 地質雑, **66**, 639—653.
- (1960 c) 渥美半島周辺の第四系の地史学的問題. 第四紀研究, **1**, 194—211.
- TSUCHI, R. (1961) On the Quaternary sediments and molluscs in the Tokai region, with note on the late Cenozoic history of the Pacific coast of Southwest Japan. *Japan J. Geol. Geogr.*, **32**, 437—478.
- 辻村太郎 (1926) 断層谷の性質並びに日本島一部の地形学的断層構造 (予報) (I), (2), 地理評, **2**, 130—152; 192—218.
- 上治寅次郎 (1936) 神戸市北西丸山衝上断層に就いて. 地球, **25**, 77—84.
- 渡辺 光 (1928) 奥尻島の海成段丘とその交代傾斜運動. 地理評, **4**, 298—309.
- (1948) 四国南部の海岸地形とその地盤運動に対する意義. 地理調報告, **1**, 37—72.
- YABE, H. (1925) The great Kwantō earthquake of September 1, 1923, geologically considered (The 2nd preliminary report). *Saito Ho-on Kai Rep. Work*, **2**, 33—44.
- (1929) The latest land connection of the Japanese Islands to the Asiatic continent. *Proc. Imp. Acad.*, **5**, 167—169.
- 矢部長克・青木廉二郎 (1927) 関東構造盆地周縁山地に沿える段丘の地質時代. 地理評, **3**, 79—87.
- YABE, H. and R. TAYAMA (1929) On some remarkable example of drowned valleys found around the Japanese Islands. *Record Ocean. Wks. in Japan*, **11**, 11—15.
- 山崎直方 (1925) 関東地震の地形学的考察. 震災予防調査会報, **100** (乙), 11—54.
- (1927) 但馬地震の震源調査報告. 震災予防調査会報, **101**, 31—34.
- (1928) 地塊運動の緩急. 日本学術協会報, **4**, 12—17.
- ・多田文男 (1927) 琵琶湖付近の地形と其地体構造につきて. 震研報, **2**, 85—108.
- YAMASAKI, N. and F. Tada (1928) The Oku-Tango earthquake of 1927. *Bull. Earthq. Res. Inst.*, **4**, 159—177.
- 吉川虎雄・貝塚爽平 (1956) 地盤運動と地形, 地盤運動と海面変化. 地理評, **29**, 628—636.
- ・——・太田陽子 (1964) 土佐湾北東岸の海岸段丘と地殻運動. 地理評, **37**, 627—648.