

千葉県在地盤環境の問題点

近 藤 精 造

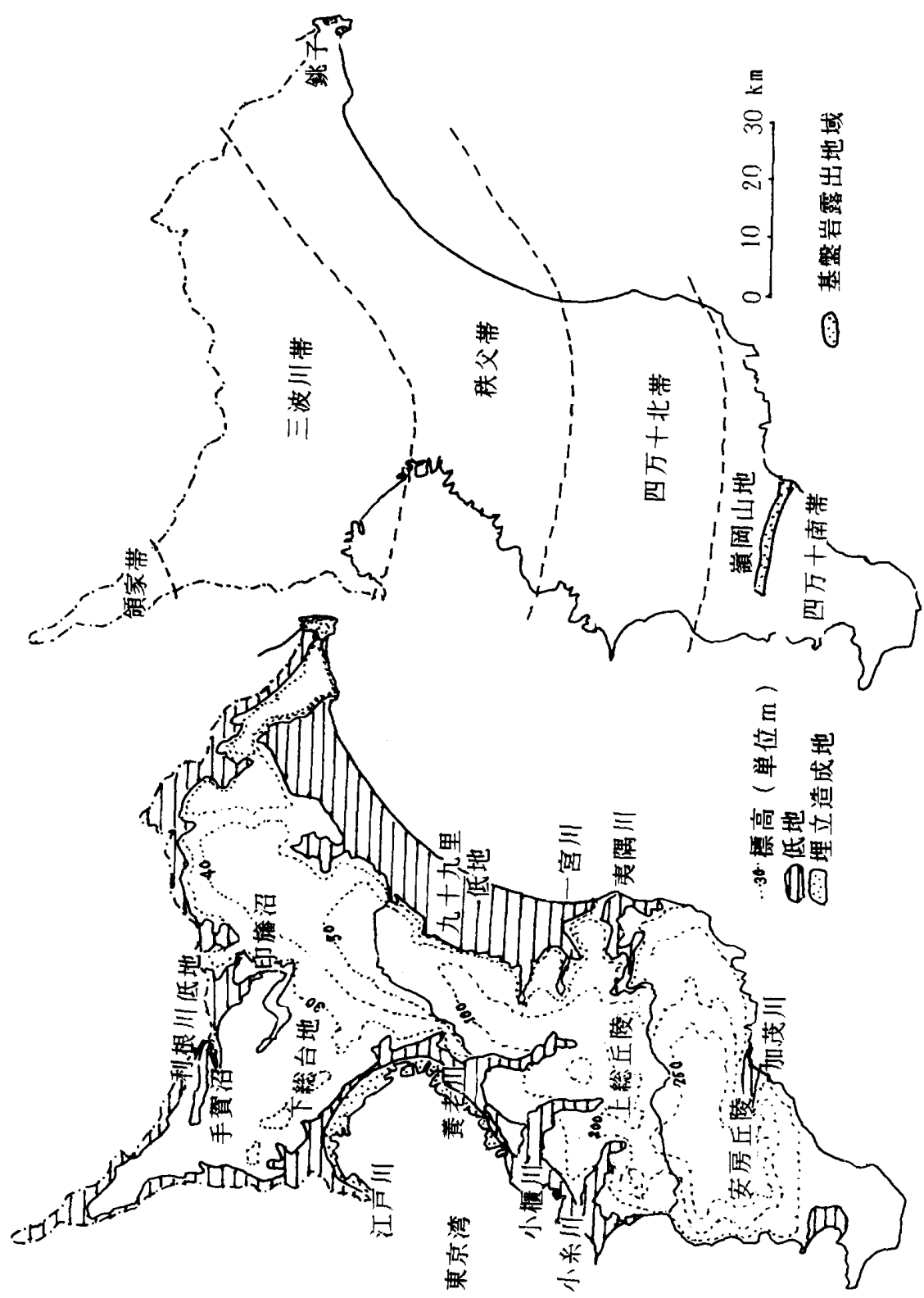
はじめに

地球環境の問題が大きく取り上げられる中で、地球規模のグローバルな観点と同時に生活に密着する地域の環境への取り組みも重要となる。千葉県においても、自然災害としての気象災害、地震災害などを経験し、また、人為的には地盤沈下、地下水汚染、地層汚染など自然環境の破壊に直面して来た。このような地域への直接の災害は地域の地盤環境をよく把握し、地下の地質構造との関連を解明する必要がある。

筆者はこの論集において、1990、1991a、1991b、1992年に報告し、国土地理院および千葉県の行った水準測量結果などを基に、地域毎の地盤変動と地盤を構成する地質構造につき考究した。ここでは、千葉県全域を含め、第1図の区分を基に地域の問題点を指摘し、今後の調査研究への示唆としたい。

従来使用した「地盤」の用語は基礎地盤、基盤岩などと、「地質」の用語より一般に理解されやすい点を考慮し使って来たが、表層の問題だけでなく地質学の扱う深部の構成を合わせていることを付記しておく。千葉県の地質の概略は第3図の地質略図および第1表の地質層序にまとめた。

なお、本報文作成にあたって資料提供、有益な御示唆をいただいた千葉県水質保全研究所地質環境研究室長楡井久氏に謝意を表します。



第1図 地形地域区分図

第2図 基盤岩分布略図

1. 千葉県を構成する基盤岩について

基盤岩として、土質工学分野では土質試験により、第四系下部層付近から古い地層に対して使っているが、地質学的には先新第三系の固結した岩石に使用している。第2図にその基盤岩分布略図を示すが、これは400－2000mの深層ボーリングの資料からまとめられたもので、未だ数が少なく、基盤岩の起伏、相互の地質関係は明白でない。

深部の地下構造の解明には地震波の観測が有効であって、この地域を含め地震研究所（嶋 1976, 78, 81）の調査、さらに千葉県独自で1987年12月17日の千葉県東方沖地震を契機とした、10数カ所での継続された地震観測があり、また1990年から3か年、何本かの測線沿いに人工地震観測を行っている。他の地震観測成果と合わせ、地下に存在する撓曲、褶曲、断層など地質構造（垣見ほか1982）などが少しずつ報告されてきた。

これら基盤岩の中生界が唯一地表において観察される場所として、銚子半島があり、愛宕山、および東海岸の黒生、海鹿島、犬吠埼、長崎に露頭が観察されるが、採石場や海岸の構築物などの自然破壊により失われつつあり、貴重な自然遺産としての保全が望まれている。

2. 安房丘陵の地盤について

この地域では、基盤岩の四万十帯南帯に属する嶺岡層群の地層が、嶺岡山塊を中心に東西方向で三浦半島に連続し地表に分布しており、この層と断層で境する保田層群の地層を貫いて蛇紋岩、玄武岩、斑れい岩など火成岩類がある。これら地層、岩石は東西方向の断層で切られ破碎帯をなしたり、蛇紋岩に関連した地すべりを引き起こして来ており、自然災害の対策が課題となっているが、地すべり地形は嶺岡山系各所に見られ、第四紀以後の発生は多く、自然力を完全に防止するのは不可能であろう。

また、蛇紋岩の風化帯を浸透してきた湧水から環境基準値0.05ppmを上回る、最高0.24ppmの6価クロムが検出され報告（千葉県六価クロム調査班1978など）されたが、大半は0.05－0.008ppm程度であって、長年使用し健康も保持されている湧水などは、自然起源で微量であれば許容されてよいと考える。

このような災害を除いて安房丘陵地域の地盤は比較的強く、地震に対する被害想定（千葉県1982）の「地盤種別図」でも基盤岩とし、「推定震度分布図」で関東地震クラスでは震度Ⅴ+とされている。

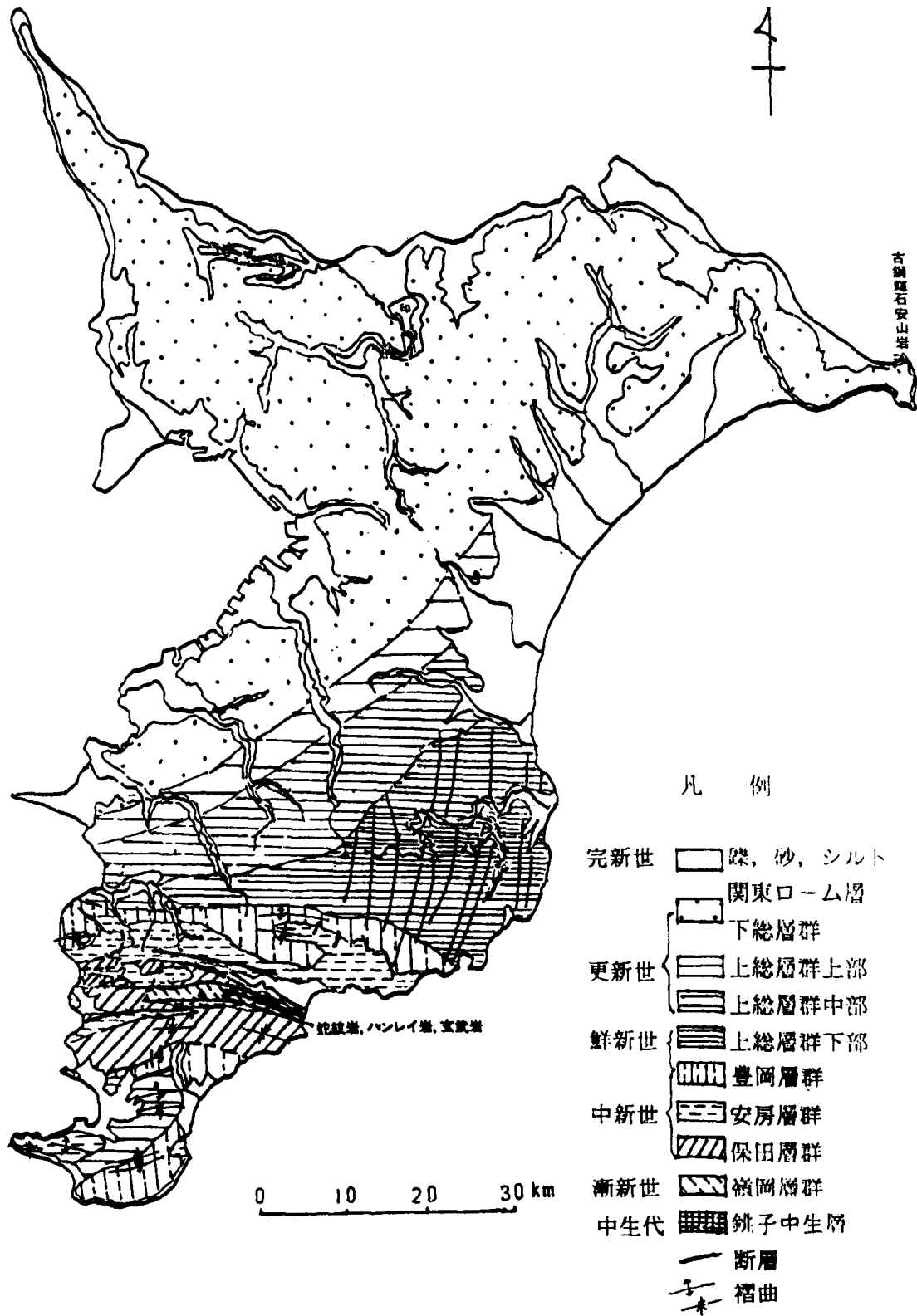
嶺岡層群を挟むようにして保田層群、安房層群が東西方向に分布しており、碎石や軽量骨材となる膨張頁岩の採石場がある。

3. 上総丘陵の地盤について

鋸山、高岩山、三石山、清澄山を連ねた山系は構成する三浦層群の地層が鋸山変動による褶曲構造を示しており、黒滝不整合を境として上位にくる上総層群は、ほぼ北西落ちの単斜構造となっている。構成岩の大部分は、上部にある砂質層を除き、半固結の比較的強い地盤であって、安房丘陵と同じように「地盤種別図」で基盤岩とされている。上総層群からは水溶性の天然ガスが採取され、また、凝灰岩など火砕層を鍵層とし、精確に地層が分帯され、年代測定も行われている。

安房、上総の丘陵にまたがる地域の固結した地層の表土の厚さは一般に薄く、岩盤の上の地下水面は浅く、水量も少なく、ときには湧水となっている。これら地域の降水量は千葉県北部地域の年平均約1200mmに比べ、約2000mmと多く、上記地質条件のもと、台風などに伴う集中豪雨によって、1960、1961年度のような崖崩れなど人命を損なう災害を惹起しており、急崖地における防災の配慮が必要である。

千葉県の最高峰が嶺岡山地愛宕山の408mの高度であり、一般に起伏は



第3図 地質略図 (近藤 1992一部補筆)

第1表 千葉県地質層序 (大原1963 一部補筆)

地域	房総主部 (西 ← 東)	房総南部	銚子	年代 10年前
時代				
完新世	沖積層	沖積層	沖積層	
第四紀	関東 沖積層		立川砂層	0.01
	武蔵野砂層		武蔵野砂層	0.05
	常総粘土層・姉崎層		常総粘土層	0.1
	成田層		香取層	
	木下部層			
	上岩橋部層			
	清川部層			
	飯沼層			
	地藏堂層		豊里層	
	金剛地層			
	上佐貫層			0.6
	笠森層			
	長浜層・万田野層			
	長南層			
	中市宿層		飯岡層	1.0
第三紀	柿ノ木台層			
	国本層			
	梅ヶ瀬層			
	岩坂層			
	大田代層	豊房層		1.7
	十宮層			
	黄和田層			
	大原層			
	浪花層			
	勝浦層			
	竹岡層			
	黒滝層			
	萩生層			
	安野層			
	稲子沢層			
白堊紀	清澄層	千倉層	名洗層	
	千畑層	(断層)		
	天津層			6.3
	木ノ根層	西岬層	夫婦ヶ鼻層	
	中尾原層			
	奥山層			
	大崩層			
	保田層群			24
	(断層)			
	横岡層群			(64)
			銚子層群	
			愛宕山層群	(200)
古第三紀				
白堊紀				
三疊紀				

少なく、この地域においてもゴルフ場の建設が進められており、地盤状況からみて、地下水の枯渇や気象災害への周到な対策を必要としよう。

4. 下総台地の地盤について

台地の表面を被って3－5mの、富士火山起源の風成の火山灰風化層を主体とした関東ローム層があり、上より立川ローム層、武蔵野ローム層に区分され、武蔵野ローム層の下底近くには箱根火山起源の東京軽石層（約5万年前）の鍵層が10cmの厚さで挟まれている。

関東ローム層の下に淡水成の数mの粘土を主体とした常総層があり、東京湾岸に沿ってはこの最上部に姉崎層が位置し、厚いところで10mにも及び、シルト質の地層が主で、ときどき火砕質となっている。

この下に成田層の砂層があり、木下部層、上岩橋部層、清川部層に区分され、台地上では当地域の北では木下、上岩橋両部層が、南では清川部層が比較的多くみられる。さらに下位に藪層、地藏堂層、泉谷層、金剛地層が存在し、下総層群の厚さは300－400mとされて、それより深所には上総層群が1000m以上存在している。このような地質構造をもつ台地の地盤の強さは、「耐震設計基準」に使われる種別の第2種に相当し、沖積低地と比較し安定している。

台地における環境問題の一つに地盤沈下があり、低地のような直接的被害は少ないものの回復不可能な現象として影響が大である。水準測量結果において、1969年度に年間23.4cmと、最大沈下量を示した船橋市夏見町のような台地上の沈下は天然ガス採取に伴う大量のかん水の汲み上げが主な原因であって、1972年の葛南地域の天然ガス採取全面禁止の措置で鎮静化した。また、下総層群中の帯水層は良質な地下水資源として利用されるが、過剰揚水が地盤沈下を起こしており、ビル用水規制の始まった1974年から次第に収まり、地下水位も回復し、自噴が止まっていた井戸も自噴の

再現が起きた。しかし，一度沈下した土地は元には戻らない点を配慮し，今後新たな地盤沈下を起こさぬよう観測井を一層充実し，厳しく監視する必要がある。

さらに重要な課題は地下水汚染の問題であり，河川など目に見える水質汚染は，排出源を断てば改善されるが，地下浸透させた有害物質は永年にわたり影響してくる。工業技術の発展が今日の生活を支えているとはいえ，下水の完備しない時期の地下水汚染は単なる上水道への切り替えで済ませるという対策に終止せず，浄化対策に積極的に取り組む必要がある。

千葉市生実地区での六価クロム汚染（佐藤ほか1983）は1965－1971年に金属表面処理工程で使用した六価クロムを多量に含む廃液を地下浸透させた結果，約10年後，水平距離150m離れた民家の井戸水が六価クロムで黄変する現象として現れた。その対策として，工場敷地内の汚染土壌の除去など排出源の浄化が行われたが，1992年秋に，さらに数100m離れた民家の井戸の汚染が発見され，一度地下水に入り込むと，地下水の流動により，次第に広範に汚染の進む状況を明示したものといえよう。

台地上の有機塩素系化合物による地下水汚染は金属工場の脱脂洗浄溶剤，ドライクリーニング用溶剤として広く使われ，多地域におよび複合汚染もあり，実に複雑である。有機塩素系化合物として使われるトリクロロエチレン，テトラクロロエチレン，四塩化炭素，1，1，1－トリクロロエタン等は発ガン性の恐れのある汚染物質として地下水中に含まれている。

これら物質はその性状が比重1.4－1.6と水より重く，水に対する溶解度が20℃において最低値のテトラクロロエチレンの0.15g/lから最高値のトリクロロエチレンの1g/lと少ない。したがって地下に浸透し，地層を構成する粒子に吸着したり，粒子の間に気体の状態で存在したり，その一部が水に溶け地下水汚染の原因となっている。

したがって，揚水して汚染地下水を除去しても地層中の汚染物質からの供給があって，短期間での浄化は困難な状況である。地下水面より上にあ

る気体を吸引して除去したり，地表に近い汚染地層を入れ替えるなど地下水を汚染していく状況を絶つ根本的対策を必要としている。これら有機塩素系化合物は揮発性であって，煮沸により除去され，大規模には曝気，吸着の浄化装置を付設し上水道として給水する自治体もあり，重要な水資源の役割は大きい。自然状況でかん養された地下水は河川など表流水より良質であるので，地下水が汚染しないよう地表で生活する個々の人間の配慮と，企業が開発と経済性のみにとらわれることなく，まずは環境保全を第一義とし，各行政機関も積極的に地下水浄化の対策に取り組むことが望まれる。

5. 沖積低地の地盤について

海岸地域における沖積低地の表層は約1万年前以降の海成堆積物からなり，泥がち層と，砂州，砂堆などの砂がち層から構成されている。その基盤は地域により異なり，東京湾岸の北部では下総層群，九十九里地域では上総層群，房総南部では三浦，安房層群の地層となっている。沖積層の厚さも地域差が大きく，数－30mの厚さで，更新統を刻んだ浸食谷では最大50m程度と推定されている。

内陸における沖積低地は，千葉県北部で利根川沿い，手賀沼沿い，印旛沼沿いなどに分布し，その堆積物は泥がち層が主であって，下総層群の上に数m－20mの厚さに被覆している。その他，千葉県全域にわたっては，それぞれの谷沿いに沖積低地が存在し，比較的薄い泥がち層から構成されている。

これら低地の地盤の強さは「耐震設計基準」で，砂質層は第3種，泥質層は第4種の地盤に相当しており，関東地震において，千葉県の死者は1335名（震災予防調査会）といわれ，内訳は震央の相模湾北部に近い館山，富浦低地がその約7割を占め最大の被害をこうむり，同じような距離

にあっても、沖積層が薄く地表近くに岩盤がある南房海岸地域の長尾，白浜，七浦では被害が微少であった。震央から距離を隔てた地域では，山地，丘陵地，台地地域で被害はほとんどなかったが，養老川，小櫃川，小糸川沿いの沖積層の比較的厚い地域に被害が多かった。

地震における震動災害の他，沖積層地域の課題に液状化現象があり，関東地震での館山低地，養老川河口地域では史料によると「地下の水，砂，泥土等を噴出し」と記録されている。1987年の千葉県東方沖地震における多数の噴砂現象は，5年前に「大地震被害想定調査」の中で，液状化を想定した九十九里，東京湾岸，利根川沿岸の低地に発生（楡井ほか1990）した。マグニチュード6.7程度であって，液状化現象によった被害は少なかったが，規模の大きい地震に対応し，さらに精密な被害想定図の作成が期待されよう。

沖積低地の地盤沈下はかなり深刻で，千葉県が水準測定の観測をはじめた1963年以降の累積沈下量で，2 m以上を示す地点もあり，いわゆる0 m地帯の発生となり，浸水の災害を生じ，海岸地域では満潮，高潮に備えての防潮堤の設置となった。地下水揚水の規制，天然ガス採取の規制によって地盤沈下は鎮静化した，民間井戸や公共用水での使用はあり，年々の微量の沈下でも累積すると多くなる点を意識し，長期的な対策が必要で，先のこととはいえ，地球温暖化が起これば，真っ先に影響を受ける地域となろう。

6. 埋立造成地の地盤について

東京湾岸地域の埋立は千葉地区が1951年，船橋地区が1956年，五井・市原地区が1961年，五井・姉崎地区が1962年から造成に着工し，しゅんせつ工法により海底下の下総層群の砂を主として埋め立てられた。造成地の標高は2.5－3.0mが大部分となっており，埋立層の厚さは埋立て前の海底地

形に左右され、一般に東京湾側に向かって厚くなり、海底谷部で特に厚くなっている。この厚い地域は現地形では全く平坦で他地域と同じであるが、地表における常時微動の観測資料（公害研究所1980, 1986）の上で、卓越周波数 2 Hz 以下、2 - 2.5 Hz と示された地域にほぼ対応している。

これら埋立造成地は地層形成後の時間経過が海岸低地の沖積層に比べはるかに短く、軟弱地盤となり、地震に対する震動被害、液状化を最も受けやすい。千葉県東方沖地震においても、震源から遠距離のこの地域で多数の噴砂が観察（千葉県1989）され、埋立層の厚い、地下水の水位の高いところ程発生しやすかった。

また、臨海造成地において1974年の規制前にあった、工業用水としての地下水の揚水に原因した地盤沈下も沖積層の厚さと相関関係があり、沖積層の層厚が増す埋立の前縁部ほど沈下量が大きくなっていた。

北総地域の利根川流域の低地の造成地においても、千葉県東方沖地震による液状化現象が想定された地域で発生した。最大の噴砂は佐原市石納のもので、明治の中頃まで利根川の本流であり、改修された旧河道に相当し、孔径 1 m, 噴砂丘直径約 9 m であった。この他、沼沢地、など埋立造成地に生じている。

九十九里低地においても湖沼や旧河道の埋立地、砂鉄採取跡地など人工改変地に液状化現象が顕著にみられ、地波現象も知られた。また、想定地域外の内陸にみられた液状化現象は、台地を刻む谷底地を盛土した造成地であって、長南町長南中学校、小見川町西小学校、大栄町大栄中学校、市原市市東第一中学校、姉崎中学校などがその例である。

地表での地形は同じでも、自然の地盤か、人為的に造成された地盤かの見極めが大事である。

7. 自然環境の保全について

千葉県において指定された自然公園の面積は現在，県土の約5.5％に当たり，保護・管理と利用施設の整備が進められている。しかし，指定地域を一步出ると全く規制はなく，海岸など優れた景観をもつ地域が高層建造物により美観を損っている。

また，自然環境保全地域は7地域指定されているが，「地形や地質が特異な区域」を適用された指定地としては地蔵堂・蘆化石帯地域の1地域約23ヘクタールと狭く，全指定地域の2％にしか過ぎない。房総半島は新第三紀―第四紀の連続した堆積物が存在し，養老川流域など国際的にも注目されている千葉県の地質環境の保全は大事にしたい。

環境の保全には天然記念物の指定もあり，地学分野の件数も増加してきたが，その地域の場所の地主の承諾を必要とする条件が妨げになって，まだまだ保全の成果はあがっていない。

自然保護の思想が普及されてきたとはいえ，生きている動植物に比べ，人間の時間感覚とは程遠い，桁違いの地質時代を背景とした自然環境への意識は少ないように思い，一般への啓蒙が強く望まれる。

8. 地盤の変動について

関東地震に際しての千葉県の地盤変動は，房総南端部で180cmにもおよんでいるが，北部ではごく僅かである（宮部1952）。このような地震による地盤変動の累積によって，ほぼ縄文海進の時代に堆積した沼サング層（千葉県地学教育研究会1963）が，館山市の沼，香谷など15―20mの標高の段丘上に観察されている。

関東地震の地盤変動を水準測量結果で九十九里地域において，隆起の数値が隣接2水準点の間で大きな差異の認められる場所があり，同じ場所で

千葉県東方沖地震の際も同傾向の変動があり、両水準点を境とした地塊毎の変動（楡井ほか1990）があり、推定断層（角田1990）としている。活構造としての地塊毎の変動も地下深部の地質構造と密接な関連をもっている。

関東地震の際に千葉県北部は変動が少なかったが、下総台地における現在の地形面は第1図のように、南東から北西に緩く傾斜しており、野外では常総粘土層の露出高度が東で高く西で低いことと一致し、さらに上位の関東ローム層の厚さが下総台地東縁で特に薄いことから、これら地層の堆積後に傾動のあった証拠とされる。

これに対し飯岡台地は50m前後の標高をもち、関東ローム層も厚いので、この台地の地形面はローム層堆積以前に高い標高が形成されていて、下総台地の地形面との相違が認められる。これら更新世末から完新世における地殻変動についても、詳細な資料収集が必要であろう。

1975年に、川崎市における地盤隆起に伴う直下型地震説が出されたりしたこともあった。千葉県でも同様に、船橋地域、市原地域などの地盤上昇問題が表れ注目されたが、長年の水準測量結果、揚水量の調査、観測井の水位測定など（楡井ほか1976）から、この地域に顕著であった地盤隆起が、「地震性地殻変動によるのではなく、人為的揚水活動の停止あるいは、揚水規制にともなうものである」とし、「急激な水位回復が地盤を押し上げている」と結論づけられ、自然的変動は否定された。

自然の地盤変動と人間活動により生じた地盤の変動とを区別した検討が必要で、それには継続的な観測井の観測、水準測量と深部の地質構造の解明が必要となろう。

9. 結び

一生の内に一度か二度ぐらいしか経験しない地震への備えは、地震直後は関心が高まっても、しばらくたつと忘れがちとなる。千葉県全域が南関

東地震観測強化地域であって、東海地域のような「大規模地震対策特別措置法」とまではいかないが、直下型地震など被害の生ずる地震を予測した対応が常に必要となろう。それには被害を最小限にとどめるための防災の準備は勿論であるが、各自の生活している地域の地盤の特徴を先ず認識理解することで、震動に対する地盤の変動、液状化の配慮、海岸であれば津波への措置など、地域に応じて検討をすべきである。

大規模な地下水の揚水は規制されてきたが、生活用水、農業用水としての使用はあり、地盤沈下による人為的な変動は起こり、沈下量が年1 cm 前後もあり、自然的変動の、大きい場合年3 mm程度という量を大きく上回ってきた。したがって自然的変動の把握は難しく、鎮静化に向かってはいるが、地盤沈下に引き続いた監視が必要である。

地震に限らず、生活の場所の地盤は建物の構築において、建築確認の手続きだけのみならず、各自住民の安全を考慮しての自主的判断が必要で、そのためにも地盤がどのような地質構造をもつ場所かの十分な検討が必要で、ボーリングなどを要する場合もあり、事前の調査が必要である。

地下水汚染の問題は排出規制が重金属、有機塩素系化合物などに対し行われているが、下水道普及が不完全な状況下では、生活排水を含め、地下浸透による汚染を起こしやすく、目に見えない汚染に対し、十分な監視体制を行い、更なる汚染を未然に防ぐよう個人、企業、行政面での配慮が必要である。現在汚染している地下水に対しては汚染地層の除去、汚染空氣の吸引除去など浄化対策を推進し、次世代へ清澄な地下水を引継ぐべきである。

自然の地質環境に恵まれた状況を出来る限り残すよう、住民の意識を高め、保全のためにはある程度の私権の規制も止むをえず。小規模であっても貴重な鉱物、岩石、化石、地質構造などは自然遺産としてその場所の地質環境のまま残るよう各方面からの検討が望まれる。

このように地盤環境に関わる問題は広範であるが、私どもの対象となる

自然は唯一であり、総合した対処が求められる。これに対し、行政の取り組みは中央でも地方でも縦割りであって、ばらばらな欠陥が浮き彫りとなっている。基本的な自然環境への対応を決め、一貫した方針で個々の事象を解決する方向が望ましい。地盤環境においても、基本となる地盤環境図を作成し、広域の問題を考慮し、さらに地域を対象とした、より精密な地盤環境図を作る努力が急務である。

参考文献

- 千葉県（1970－1986）房総半島総合開発計画土地分類基本調査 5 万分の 1
千葉県（1989）昭和62年（1987年）千葉県東方沖地震——災害記録——
千葉県（1970－1973）千葉県公害白書
千葉県（1974－1993）千葉県環境白書
千葉県（1972）千葉県地震対策基礎調査報告書
千葉県（1982）千葉県大規模地震被害想定（第 1 次調査）報告書
千葉県開発局（1969）京葉工業地帯の地盤
千葉県環境部（1974－1992）千葉県水準測量成果表
千葉県環境部（1978）嶺岡山系六価クロム問題調査報告書
千葉県企画部（1992）千葉県地下水理地質図 10 万分の 1 千葉県地質図北部，南部
千葉県公害研究所（1973－1977）千葉県の地盤沈下
千葉県公害研究所（1978－1985）千葉県の地盤沈下と地震
千葉県公害研究所（1974）地下水盆と地盤沈下の相関性および地盤沈下予測 事業報告第 2 号
千葉県公害研究所（1980）京葉コンビナート地区における常時微動について 地下資源・地盤災害研究資料 第 6 号
千葉県公害研究所（1986）常時微動による環境地質区分図（京葉臨海地域）地下資源・地盤災害研究資料 第14号
千葉県公害対策局（1963－1973）千葉県水準測量成果表
千葉県水質保全研究所地盤環境研究室（1986－）千葉県の地盤沈下と地震
千葉県総務部消防防災課（1991，1992）地震計記録報告書（第 1 号，第 2 号）
千葉県地域防災会議（1991）千葉県地域防災計画 震災編
千葉県嶺岡帯六価クロム調査班（1978）嶺岡山系蛇紋岩帯における湧水中の Cr (VI)について 地質雑84，12，721－727
千葉市（1993）環境白書

- 地質調査所（1976）特殊地質図 東京湾とその周辺地域の地質 10万分の1
 香村一夫，楡井 久（1986）京葉臨海地域における常時微動による地盤環境区分
 地質学論集 27, 139-150
- 垣見俊弘ほか（1982）50万分の1活構造図「東京」
- 小玉喜三郎，鈴木尉元（1981）測地学的地塊の地質学的意味について 地質学論集
 20, 55-56
- 国土地理院（1958, 1965, 1969）水準測量報告
- 国土庁土地局（1982）土地保全図 縮尺15万分の1
- 近藤精造（1973）地盤沈下と地質との関連 千葉大環境科学研究報告 1巻259-
 264
- 近藤精造（1981）海岸平野における沖積層の構成鉱物 千葉大教養研究報告 B-
 14, 11-15
- 近藤精造，加瀬靖之，橋本 昇（1983）市原台地の姉崎層 千葉大教養研究報告
 B-16, 35-40
- 近藤精造，加瀬靖之，橋本 昇（1984）姉崎層の構成物質と花粉群集について 千
 葉大教養研究報告 B-17, 37-41
- 近藤精造（1990）千葉県九十九里低地の地盤環境 敬愛大研究論集 第38号 105-
 119
- 近藤精造（1991a）千葉県市原一木更津地域における海岸低地における地盤環境
 敬愛大研究論集 第39号 147-162
- 近藤精造（1991b）千葉県市川-千葉地域における海岸低地の地盤環境 敬愛大研
 究論集 第40号 141-156
- 近藤精造（1991c）千葉県の温泉と地質 日本温泉科学会, 42, 35-40
- 近藤精造（1992）下総台地西部の地盤環境 敬愛大研究論集 第42号 177-191
- 近藤精造監修（1992）千葉の自然を訪ねて 築地書館
- Miyabe, N. (1952) Vertical Earth Movements in Japan as Deduced from the
 Results of Rerunning the Precise Levels. Bull. Earthq. Res. Inst. 30,
 127-146
- 中嶋輝允，牧本 博，平山次郎，徳橋秀一（1990）鴨川地域の地質 地質調査所 地
 域地質報告東京（8）第95号
- 楡井 久，樋口茂生，原 雄，古野邦雄（1976）市原臨海コンビナート地域の地盤上
 昇問題について 全国公害研会誌 1, 24-30
- 楡井 久ほか（1979）人間による大地の運動 —南関東地方にみられる例— 第四
 紀研究, 17, 287-29
- 楡井 久ほか（1986）地震時における地波現象と帯水層の液状化 地質学論集 27,
 109-114
- 楡井 久ほか（1990）The 1987 East off Chiba Prefecture Earthquake and its
 Hazard 地質学論集 35, 31-46

- 楡井 久（1993）地質環境と環境地質学 ―関東地下水盆を例として― 地質雑．
99, 915－927
- 佐藤賢司ほか（1983）下総台地における 6 価クロムの地下水汚染機構 地質学論集
23, 都市地質学 ―その現状― 105－113
- 柴崎達雄（1993）第四紀地質学の公害・地球環境問題にはたす役割 地質雑．99,
903－914
- 清水恵助（1986）埋立地盤の形成史と液状化現象について 地質学論集 27, 115－
123
- 鈴木尉元（1975）日本の地震 築地書館
- 鈴木尉元，小玉喜三郎，三梨 昂（1990）那古地域の地質 地質調査所地域地質報，
東京（8）第94号
- 徳橋秀一，遠藤秀典（1984）姉崎地域の地質 地質調査所地域地質報東京（8）第
76号