論文内容の要旨

論文題目　Vertical crustal movements of the northeast Japan arc
in late Quaternary time
（第四紀後期における東北日本弧の地殻変動）

氏名　　田力　正好

はじめに

東北日本弧は北アメリカ（またはオホーツク）プレートと太平洋プレートの衝突境界に位置し，典型的な島弧-海溝系をなしている．東北日本弧の下には太平洋プレートが約8-9cm/yrの速度で沈み込み，島弧を東西に圧縮変形させていると考えられている．東北日本弧においては様々な方法で地殻変動速度が測定されているが，測地学的に得られる短期間（100 年以下）のデータと地形・地質学的に得られる長期間（数 1000～数 100 万年）のデータの間には顕著な食い違いがみられる．東北日本弧の水平歪み速度は，測地学的時間スケールでは 10^{-7}/yrのオーダー，地形・地質学的時間スケールでは 10^{-8}/yrのオーダーであり，およそ一桁の違いがある．この不一致は垂直変位速度においても認められ，三陸海岸においては測地学的時間スケール（100 年）では数mm/yr～10mm/yrの沈降，地形学的時間スケール（約 125kyr）では 0.1～0.5mm/yrの隆起となり，正反対の結果を示す．その不一致の原因として考えられるのは観測の誤差の他に，周期が測地学的時間スケールより長いサイクリックな（したがって長期に渡って蓄積しない）変動の存在である．島弧-海溝系の形成・変形メカニズムを理解する上で，地殻変動速度は最も基礎的なデータでの一つである．近年，技術の進歩（GPSなど）に伴って測地学的データは充実しつつあり，垂直変動速度も面的に得られるようになっている．しかし，長期的な（地形・地質学的時間スケールの）データが存在するのは海岸部と活断層近傍のみで，内陸部の地殻変動像は未だに充分に明らかになっていない．

本研究の第 1 の目的は，河成段丘を用いて，内陸部を含む東北日本弧全体の垂直変動速度を広域的・面的に求めることである．次に，得られた変動速度データとその他の地質学的・地球物理学的データを基に，東北日本弧の形成過程と変形メカニズムを考察した．

河成段丘を用いた内陸部の地殻変動量推定法

河成投丘は，上流から中流では主に気候条件の変化に，下流では主に海面変化に対応して形成され，同様な気候・海面高度の時期に形成された段丘は，良く似た河床縦断形を示す．深海底コアの酸素同位体比の研究から，酸素同位体ステージ（以下，MIS と略称）5e（約 125ka）は現在と同程度の温暖期・高海面期，MIS2（約 20ka）および MIS6（約 140ka）は互いに同程度の寒冷期・低海面期であり，第四紀中期以降は氷期-間氷期のサイクルが繰り返されていることが明らかになっている．従って，MIS2 と MIS6 の河床縦断形，および現河床と MIS5e の河床縦断形はほぼ同様な形態となっていた可能性が高い．そのような仮定をおけば，MIS2 と MIS6 の段丘の比高（TT 値），現河床と MIS5e に形成された海成段丘の比高（FS 値）はそれぞれの期間の垂直変位量を表すと判断される．

以上のような考えに基づいて，東北日本の各河川において写真判読および現地調査により段丘面の分類・対比を行ない，隆起量（TT 値・FS 値）を求めた．

結果および考察

得られた垂直変位量分布から，東北日本弧の隆起量分布の特徴として以下の点が挙げられる．

（1）隆起量は，地形と調和的な分布を示す．これは，現在の地形が，基本的には最近約 15 万年間の地殻変動と同様な空間的パターンで形成されてきたことを示唆する．

（2）背弧側では隆起量の空間的変化が大きく，前弧側で小さい．

（3）既知の活断層の近傍で隆起量が急激に変化する．このことは，断層付近の隆起量の違いは，主に断層活動によってもたらされることを示している．

（4）活断層が認められない地域（火山地域）でも活断層が分布する地域と同様に，東西方向に隆起量が波長 50km ほどで増減するというパターンがみられる．これは，活断層が地表で認められない地域（火山地域）でも，地下では活断層が存在する地域と同様なパターンの地殻変動が起こっていることを示している．また，相違点としては，活断層が存在する地域では相対的低下側は海水準に対しても沈降するが，火山地域では相対的沈降側でもわずかに隆起していること，が挙げられる．この地殻変動の成因としては，地下の伏在断層の活動，あるいは高温により極端に薄くなった弾性的地殻のバックリング，が考えられる．

隆起量の分布から，東北日本弧では，幅 10-50km 程度の短波長の変形と島弧スケール（150-200km 程度）の長波長の変形が重なり合っていることが分かる．短波長の変形は，主として活断層の変位に起因すると推定される．その理由として考えられるのは，第 1

に，前述のように隆起量が急変する箇所が既知の活断層の位置と一致し，隆起量の変化が活断層の変位速度と同程度であること，第 2 には，通常の弾性的厚さを持つ地殻の場合，波長 10-50km 程度の短波長の変形は起こり得ないと考えられることである．長波長（島弧全体）の変形の原因として考えられるのは，①地殻の厚化および②地表面の削剥によるアイソスタティックな隆起，③火山噴出物の荷重によるアイソスタティックな沈降，および④太平洋プレートの定常的沈み込みによって生じる隆起，である．地殻の厚化の原因としては，地殻の短縮変形，および火成活動によるマグマの underplating との二つが考えられる．北上山地（外弧）のドーム状の隆起（曲隆）は主としてプレート沈み込みの効果によると考えられ，その隆起は外弧側の海岸付近に限られると思われる．東北日本弧においては，背弧側の上部地殻は活断層により短縮変形し，一方，下部地殻は粘性流動により短縮変形し，地殻を厚化させていると考えられる．火山域の下部地殻では，マントルウェッジ内の上昇流によりマグマの underplating が起こっていると推定される．

隆起速度を島弧の東西断面で平均すると，0.24-0.32mm/yrとなる．この値から削剥によるアイソスタティックな隆起の寄与（山地の削剥速度から推定）および火山噴出物の荷重による沈降の寄与（火山噴出物の体積から推定）を差し引くと，平均隆起速度は 0.21-0.31mm/yrとなる．この値から，地殻の厚化速度は 1.3-1.7mm/yrと求められる．島弧に沿った方向の変動や体積変化が無く，地殻の厚化が島弧地殻の短縮変形のみに由来すると仮定すると，東北日本弧の過去約 15 万年間における平均短縮速度は 6.6-8.5mm/yr，水平歪み速度は 4.1-5.6$\times 10^{-8}$/yrと算出される．但し，これはマグマのunderplatingや太平洋プレートの沈み込みに起因する隆起を考慮していないので実際の短縮速度・水平歪み速度はこれより小さくなる可能性がある．ここで求められた水平歪み速度は，地形・地質学的時間スケールの水平歪み速度（10^{-8}/yrのオーダー）と調和的で，鮮新世以降，第四紀を通じて東北日本弧の変動速度はほぼ一定であったことを示唆している．また，短縮速度は太平洋プレートの収束速度（約 8-9cm/yr）の約 1 割程度のみが東北日本弧内部に永久変形（塑性変形）として蓄積していることを示している．