金沢南方の段丘面編年と変動地形
The tephrocronological study of terraces and tectonic landforms in southern Kanazawa

地 理 調 査 部　　木村佳織
Geographic Department　Kaori KIMURA

要　旨

地理調査部は，平成12年度に金沢地区の土地条件調査を行った。この地域には森本－富樫断層帯が知られている。しかし断層帯の活動度については信頼性が低いものしか得られていない。その理由は，この地域の地形面の形成年代が不明確であるためである。この度，土地条件調査において段丘構成層の露頭から広域テフラを検出することができた。そこで広域テフラから明らかになった段丘面編年をふまえて，この地域における変動地形について見直した。

この地域を流れる犀川・浅野川沿いの河成段丘を８面に分類した。その最高位面である野田山面では段丘礫層直下にSK（三瓶木次テフラ）を，礫層上にDKP（大山倉吉軽石）を確認した。したがって野田山面は南関東の武蔵野面に対比できる。従来の見解に比較すると，より新しい時代に形成されたことになる。その他の７面も従来の見解より新しい面である可能性が高い。したがってこれらの段丘面が森本－富樫断層帯による変動を受けている場合，従来考えられているより短期間に大きな変動を受けたと言い換えることもできる。

そこで，これらの段丘面を用いて活動度を試算した。野田山面は比高80m以上の撓曲崖をなした変動地形である。この撓曲の平均鉛直変位速度を求めたところ１ｍ以上/1,000年となった。また，低位段丘面の分布と沖積地のボーリングデータから求めた平均鉛直変位速度も１m/1,000年となった。

１．はじめに

活断層がどこに存在するかを明らかにすることは，防災上重要である。加えて，存在することが明らかになった活断層がどのような活動をしてきたかという活動履歴を知ることも，将来の対策のために必要である。活断層の過去の活動を知るためのひとつの方法に，活断層による変動を受けた地形を詳細に調査する方法がある。地形が残している変動量と地形が形成された年代を明らかにすることによって，ある期間内にどれだけの変動があったのかを評価することができる。したがって，地形の形成年代を明らかにしそのデータを蓄積することは，地形発達史を編む上だけでなく活断層対策の上でも重要なテーマである。

平成12年度，地理調査部は金沢地区の土地条件調査を行った。この地域の段丘面の区分については，従来の見解と異なる結果が得られた。この地区の地形面の区分については，藤（1975）が犀川・浅野川沿いの河成段丘面の区分を行っているほか，経済企画庁（1969）などがある。また，三崎（1980）や東郷ほか（1998b）など活断層による変位を論ずる立場から地形面を区分した研究もある。しかしながら，いずれの研究も地形面の年代を示す確証は得られていないという点が問題であった。

ところが，この度の土地条件調査において，犀川・浅野川沿いの段丘面を構成する地層中に広域テフラを検出することができた。そこで，この地域の段丘面についてテフロクロノロジーを用いて編年を見直し，その結果にもとづいて断層の活動度を試算することを本稿の目的としたい。

２．調査地域の概要

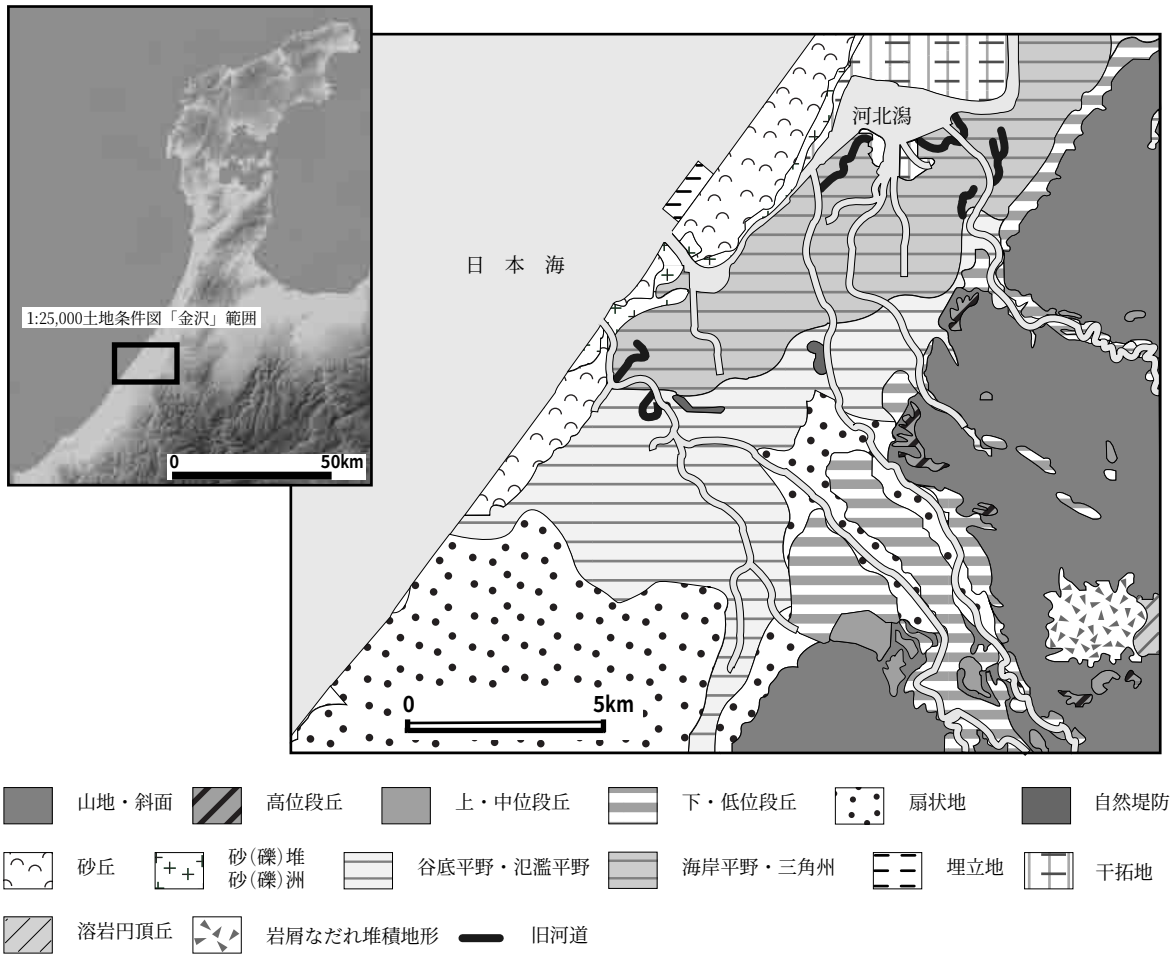
2.1　調査地域周辺の地形概要

調査地域周辺の地形概要について，1：25,000土地条件図「金沢」にもとづいて述べる。1：25,000土地条件図「金沢」の範囲とその地形概念図を図－１に示す。

調査地域は北東-南西方向に海岸線が延び，海岸線とほぼ並行に山地・丘陵地と低地の境界も位置している。山地・丘陵地と低地の境界は直線状を呈するのが特徴的である。この付近には森本－富樫断層帯が存在する（活断層研究会，1991・東郷ほか，1998a・東郷ほか，1998b）。海岸には内灘砂丘・安原砂丘が発達している。砂丘により外海と切り離されて河北潟が形成されている。犀川・浅野川は調査地域内を南東から北西へ流れている。調査範囲外であるが南側には手取川が流れており，大規模な扇状地を形成している。この扇状地の一部分が調査地域内に分布している。また，調査地域の東端には溶岩円頂丘である戸室山とその崩壊地形が見られる（日本の地質『中部地方Ⅱ』編集委員会，1988）。

2.2　森本－富樫断層帯について

森本－富樫断層帯の位置・形状については，活断層研究会（1991）・東郷ほか（1998a）・東郷ほか（1998b）が示している。東郷ほか（1998b）にもとづく活断層の位置を図－２に示した。これによると，森本断層の北端は砺波



図－１　金沢地区地形概念図

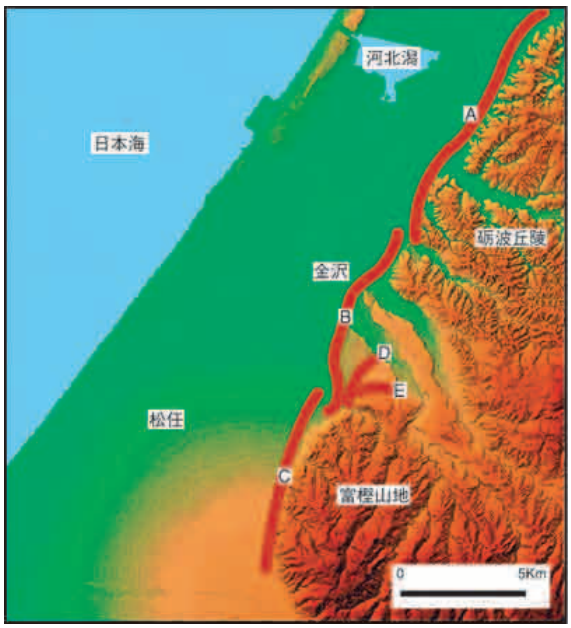
丘陵の西，津幡付近に位置する。また，富樫断層は富樫山地の西端沿いから手取川扇状地まで達している。

この断層帯の第四紀後半の活動については，三崎(1980)や東郷ほか(1998b)などの報告があり，それらの概要を図－３にまとめた。三崎(1980)は，20万年前に堆積したと推定できる高位砂礫層が100m以上，12万年前に形成されたと推定できる中位段丘面が100m以上，それぞれ鉛直に変位している点を指摘し，断層の活動度(松田，1975による。以下，同)をＢ級としている。また，東郷ほか(1998b)は，２万年前に形成されたと推定できる低位段丘面が20m以上鉛直に変位している点を指摘し，活動度はＡ級に達する可能性を示唆した。

しかしながらこれらの研究においては，変位基準となる地層・地形面の形成年代が不明なため評価の信頼度が低くならざるを得ないという点が問題である。

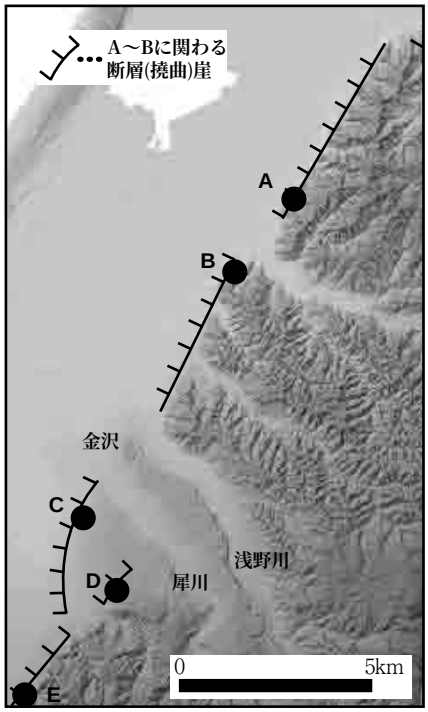
2.3 段丘地形の概要

犀川・浅野川沿いの段丘面を写真判読と現地調査の結果から図－４のように区分した。段丘面は上位から順に野田山面・野田面・小立野面・泉野面・笠舞Ⅰ面・田上面・笠舞Ⅱ面・若松面とした。



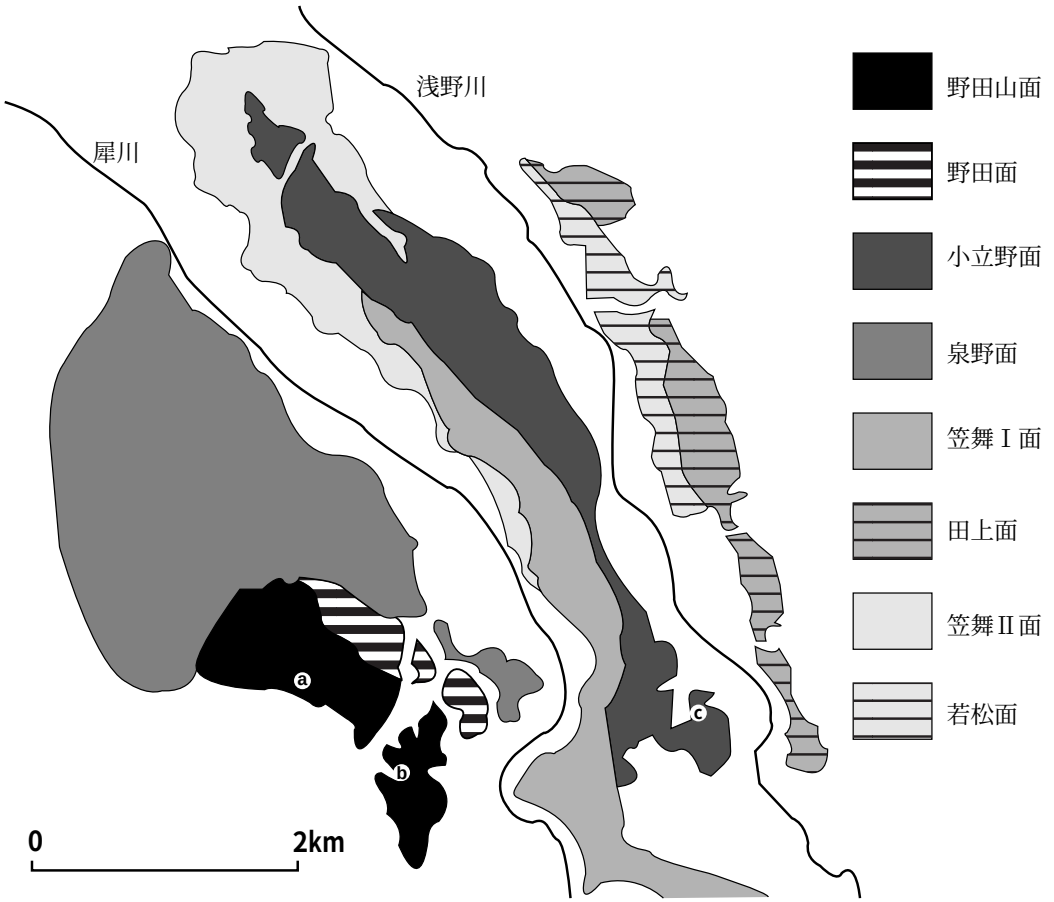
図－２　森本－富樫断層帯の位置(東郷ほか(1998b)による)

Ａ：森本断層　Ｂ：野町断層　Ｃ：富樫断層
Ｄ：長坂撓曲　Ｅ：野田山撓曲



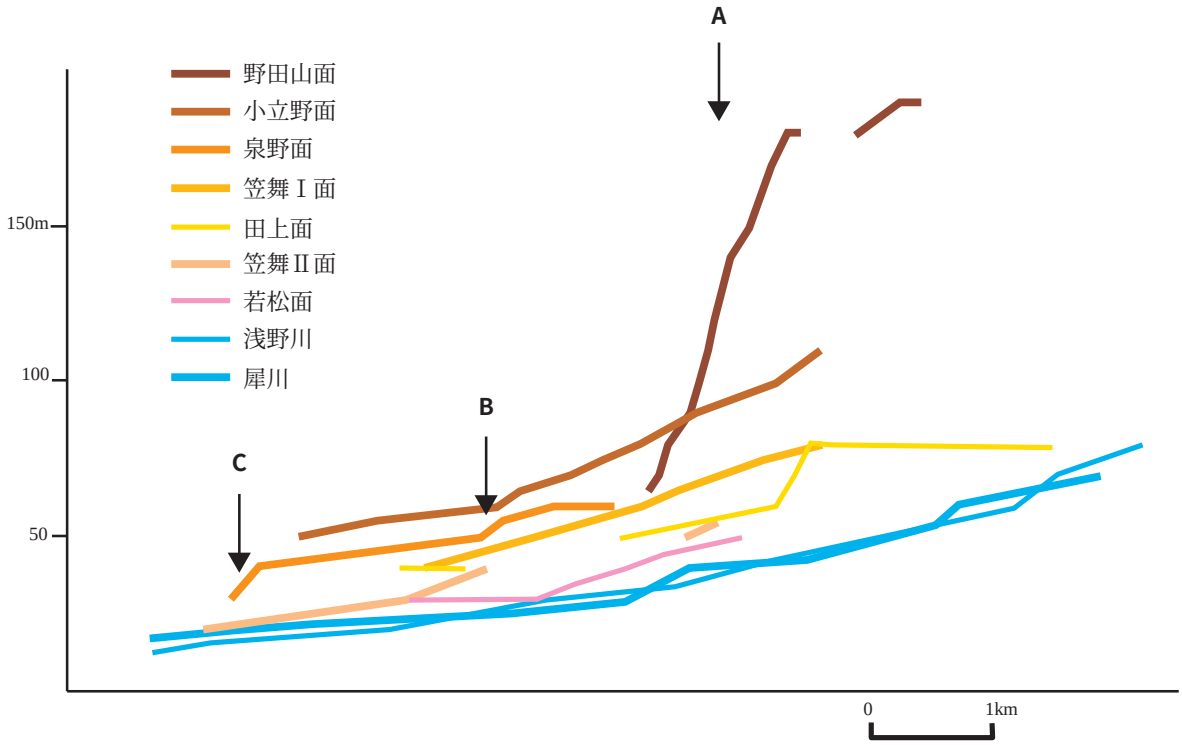
断層の位置	変位基準	平均変位速度	出典
A	沖積層	1.0m/>2,000y =<0.5m/1,000y	石川県環境安全部消防防災課(1999)
		>1.5m/6,000y =>0.25m/1,000y	
B	高位砂礫層	>100m/200,000y？ =0.5？m/1,000y	三崎(1980)・東郷ほか(1998)
	卯辰山層・大桑層	600m/800,000y =0.75m/1,000y	石川県環境安全部消防防災課(1999)
C	段丘面	>15m/2～30,000y =>0.7～0.5m/1,000y	三崎(1980)
		>20m/20,000y =>1.0m/1,000y	東郷ほか(1998)
D	段丘面	>100m/120,000y？ =>0.8m？/1,000y	三崎(1980)
E	段丘堆積物	8m/30,000y =0.23m/1,000y	石川県環境安全部消防防災課(1999)

図－３　森本－富樫断層帯の活動性に関する従来の研究



図－４　犀川・浅野川沿いの段丘面分布

アルファベットはテフラを発見した露頭の位置を示す。　a：野田山地区　b：三小牛地区　c：館町地区



図－５　犀川・浅野川沿いの段丘面縦断投影図

これらの段丘面の縦断投影図を1：25,000地形図の等高線から作成し，図－５に表現した。野田山面は下流側で異常な急傾斜を示している（図－５，Ａの箇所）。また泉野面も上流側（同，Ｂの箇所）・下流側（同，Ｃの箇所）に異常な急傾斜を持つ。これらの異常な急傾斜はそれぞれ，図－２で示した東郷ほか（1998b）の野田山撓曲（図－５では，A）・長坂撓曲（同，B）・野町断層（同，C）にあたる。

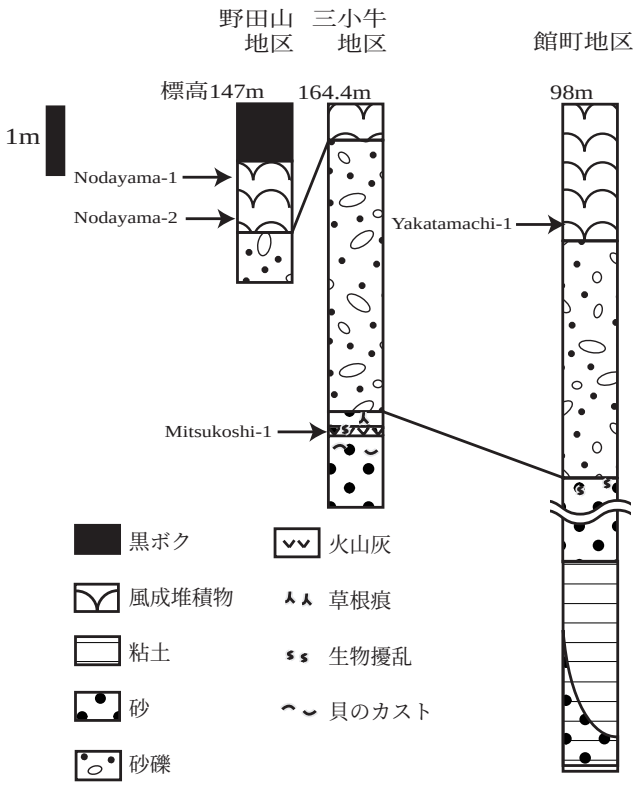
３．段丘構成層とテフラの分布・同定

３.１　段丘構成層とテフラの分布

３.１.１　野田山地区

図－４中にテフラの分布が見られた露頭の位置を示している。それぞれ，野田山地区，三小牛地区，館町地区とした。

野田山地区の露頭は野田山面を構成する層が見られた。段丘礫層上を風成堆積物（ローム）が覆い，その上に黒ボクが見られた。段丘礫は礫経５～10cmの亜円礫を主体とし，主に砂岩・安山岩の礫からなる。砂岩礫は半腐礫の状態を呈していたが，安山岩礫はさほど風化は進行していない。段丘礫層を覆う風成堆積物は厚さ２ｍになるが，これを厚さ10cmずつ連続的に採取・洗出し，鏡下で観察した。その結果，段丘礫層との境界から20cm上の箇所から斜方輝石・角閃石を主体とするテフラが検出された。また，黒ボクとの境界から10cm下の箇所からバブル型火山ガラスが多く見られ，合計２種のテフラが検出できた。（図－６に各地区の露頭の状況を柱状図に示した。）



図－６　各地区の柱状図

3.1.2 三小牛地区

三小牛地区も野田山地区と同様，野田山面を構成する層が見られる露頭である。この地区においては段丘礫層が砂層を基盤としている状況が見られた。基盤の砂層は，均質な細砂からなり，下部ほど固結が進んでいる。また，砂層は上部に白色の火山灰層をはさんでいる。火山灰層より上部の砂層は，下部の砂層に比べてシルト分を含むようになっていて，草根痕も見られた。白色火山灰層のものは虫食い状の乱れが見られた。火山灰層直下の砂層にも生物擾乱やマテ貝のカストが見られた。以上のような産状から，この砂層は浅海の環境で堆積したと言える。

3.1.3 館町地区

館町地区の露頭は高さ26mにわたる採土場で，小立野面下の構成物を観察することができた。段丘礫層下には，三小牛地区と同様な砂層が厚く堆積しているが，埋没谷を埋める粘土層も見られた。谷埋め粘土層は上下２箇所存在し，２サイクルの谷埋めがあったと考えられる。段丘礫層は礫経２～15cmの亜円礫を中心に構成され，腐り礫は見られない。段丘礫層上には風成堆積物が堆積している。野田山地区の風成堆積物と同様に，採取・洗出し，観察した。その結果，段丘礫層との境界から10cm上の箇所付近に角閃石を中心とする重鉱物が検出された。

3.2 テフラの対比

３.１に述べたとおり，３地区から合計４種の試料を採取した。それぞれの試料を，図－６に示すとおり，Nodayama-1，Nodayama-2，Mitsukoshi-1，Yakatamachi-1と名付けた。すべての試料について，鉱物組成や鉱物の屈折率を分析した。その結果を表－１に示す。

Nodayama-1は，バブル型火山ガラスを含み，その屈折率が一致することからAT（姶良Tnテフラ）に対比できるとした。

Nodayama-2の鉱物組成は，斜方輝石と角閃石に富むことが特徴である。斜方輝石は特徴ある短冊形をしている。このような鉱物組成の特徴にあわせて，角閃石と斜方輝石の屈折率から，DKP（大山倉吉軽石）に対比できるとした。

表－１　火山灰分析

地点番号	鉱物組成	火山ガラスの屈折率	角閃石の屈折率	斜方輝石の屈折率	対比
*1 Nodayama-1	+bw-gl,+qt ho, mt, opx	1.4988-1.5012 (1.499)	—	—	AT
*2 Nodayama-2	+qt ho>opx, mt,	—	1.673-1.682 (1.679-1.680)	1.701-1.707 (1.704)	DKP
*1 Mitsukoshi-1	++qt, +bi, +pm-gl ho	1.4952-1.4986 (1.497)	—	—	SK
*1 Yakatamachi-1	++qt, +bi, (pm-gl) mt, (ho)	—	1.671-1.685 (1.673)	—	?

bw-gl：バブル型火山ガラス，pm-gl：軽石型火山ガラス，ho：角閃石，mt：磁鉄鉱，opx：斜方輝石
bi：黒雲母，qt：石英
屈折率測定
***1　パリノ・サーヴェイ測定**
***2　農業工学研究所　中里裕臣氏測定**

表－２　金沢周辺の段丘の対比

藤（1975）	三崎（1980）	東郷ほか（1998）	本研究（2002）	南関東 町田ほか編 （2000）	鍵テフラ
沖積面					
笠舞下位面	河成段丘面IV	下位段丘面３	笠舞Ⅱ面	立川III面（Tc3）	
笠舞上位面		下位段丘面２	笠舞Ⅰ面		
小立野面	河成段丘面III	下位段丘面１	泉野面	立川Ⅱ面（Tc2）	AT（25-28ka）
		中位段丘面	小立野面	立川Ⅰ面（Tc1）	
野田下位面	河成段丘面Ⅱ		野田面	武蔵野面(M)	DKP（50-55ka）
野田上位面	河成段丘面Ⅰ	高位段丘面	野田山面		
				下末吉面（S）	SK（105-110ka）

Mitsukoshi-1は，火山ガラスの屈折率が特徴的に低いこと，鉱物組成が石英・黒雲母に富むこと，北陸地方へ供給可能であることを考えて，SK（三瓶木次テフラ）に対比できる。

Yakatamachi-1は，角閃石屈折率のレンジはひろく，種々のものが含まれると考えられるが，1.673付近にモードを示す。軽石型火山ガラスが少量含まれていたが，風化が進んでいたため屈折率の測定はできなかった。以上のような情報はあるものの，Yakatamachi-1については対比できるテフラを特定できない。

4．段丘編年と森本-富樫断層帯の活動度評価

4.1 段丘編年

3.2で述べたテフラの対比結果をふまえて，段丘面の編年を考察した。

野田山面はSK降下後に礫層を堆積させDKP降下前に離水した。町田（2001）によると，SKの年代は105-110ka・DKPの年代は50-55kaである。従って，野田山面の形成年代はおよそ100ka～60kaで，南関東の武蔵野（M）面に相当する段丘面と考えられる。また，小立野面はDKP降下後に離水したと考えられるので，その形成年代は50ka～40kaで，南関東の立川Ⅰ（Tc1）面に相当する段丘面と考えられる。小立野面より新しい段丘面については，高度分布から考えて，泉野面，笠舞Ⅰ面，笠舞Ⅱ面の順に形成されたと思われる。従って，これらの面を南関東に対比させると，泉野面が立川Ⅱ面，笠舞Ⅰ面・笠舞Ⅱ面が立川Ⅲ面に対比できるものと考えられる。

表－2にこの地域の段丘の対比をまとめた。従来の研究においては，三崎（1980）が，本稿で言う野田山面にあたる河成段丘面Ⅰを下末吉面相当と推定するなど，野田山面は十数万年前以前に形成されたと考えられていた。この度の結果から，野田山面は従来考えられているより新しい時代に形成されたことが明らかになった。野田山面より新しい面も，より最近の時代に形成されたことになる可能性が高い。

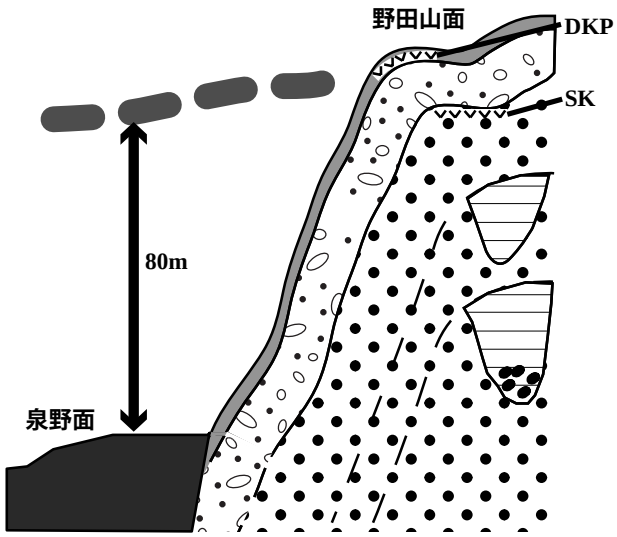
4.2 段丘面鉛直変位量から求めた森本－富樫断層帯の活動度

4.2.1 野田山面

野田山面は北側が異常な急傾斜をなして泉野面下に潜っている。図－7に野田山付近の模式断面図を示す。三崎（1980）はこの地形は野田山面が形成された後撓んだものであることを指摘して，野田山撓曲と呼んだ。野田山撓曲は図－2に示したとおり森本-富樫断層帯による変動のひとつである。

今回明らかになった段丘形成年代から野田山撓曲の平均鉛直変位速度を求めた。図－7のように初成的な傾斜を考慮に入れて地表の撓曲崖の比高を計測すると80mとなる。泉野面下の比高は計測できないため，鉛直変位量は80m以上とする。野田山面の離水時期は8万年前として算定したところ，以下のようになる。

鉛直変位量：80m以上
離水時期：80×1,000year before
平均鉛直変位速度：1m以上/1000y
従って，野田山撓曲の活動度はA級となる。

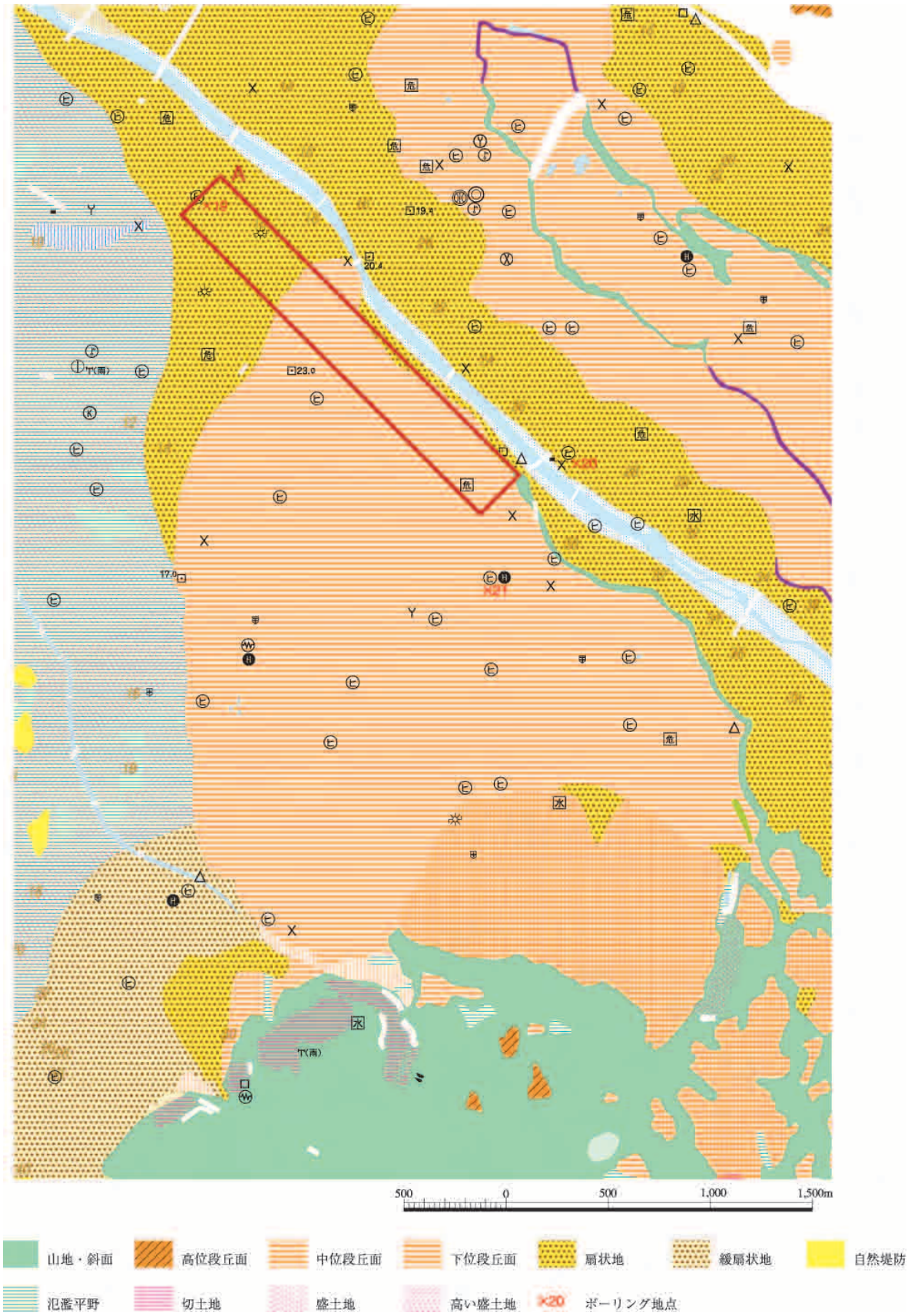


図－7　野田山撓曲付近の模式断面図
（凡例は図－6に同じ）

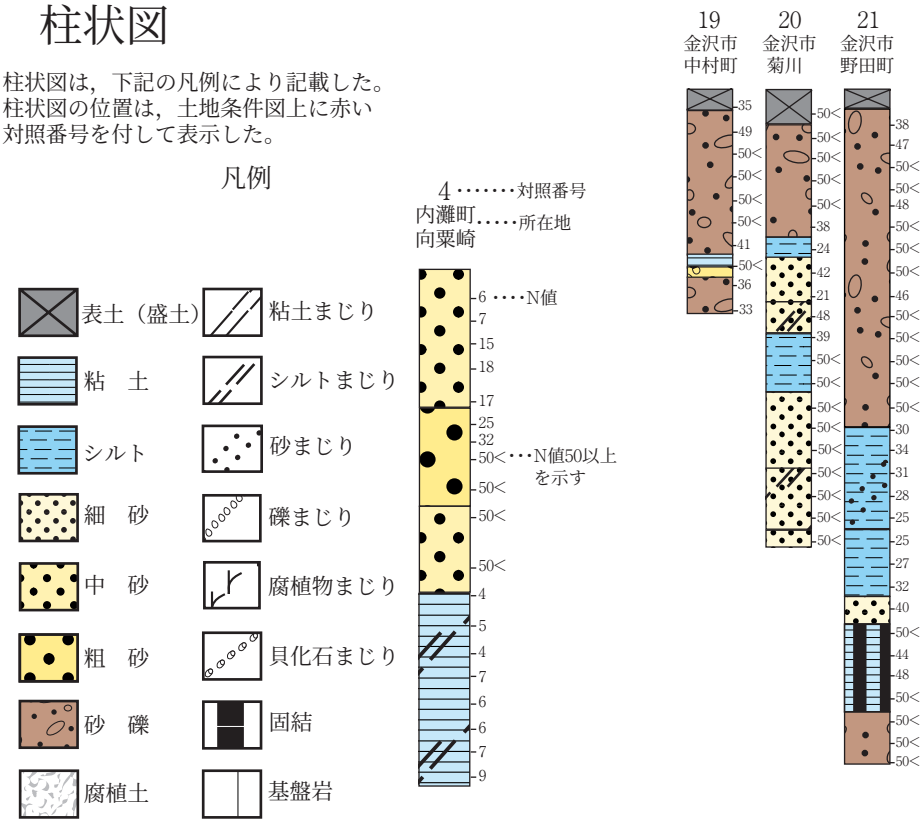
4.2.2 泉野面

続いて，泉野面を対象に，段丘面分布と沖積低地のボーリングデータを用いて鉛直変位量を求めることを試みた。泉野面は，その分布する北端で野町断層による変動を受け沖積面下に埋没している。図－8に泉野面付近を切り出した土地条件図の一部を紹介する。また，図－8中に位置するボーリングデータNo.19～21を図－9に示す。このボーリングデータを用いて野町断層による鉛直変位量を求めた。　図－10には野町付近（図－8のA付近）の模式断面図を示す。使用したボーリングデータは図－9中のNo.19のボーリングデータである。地表に表れている撓曲崖の比高はおよそ20m，沖積面下の泉野面構成層までの深度はおよそ10mである。したがって鉛直変位量は30mと計測することができた。泉野面を構成する地層中からはテフラを検出していないので，泉野面の形成年代には不確実性が伴う。しかし表－2において考察したとおり，泉野面は立川Ⅱ面に対比できると考えられる。したがって泉野面の離水時期を3万年前として平均変位速度を試算したところ，以下のようになった。

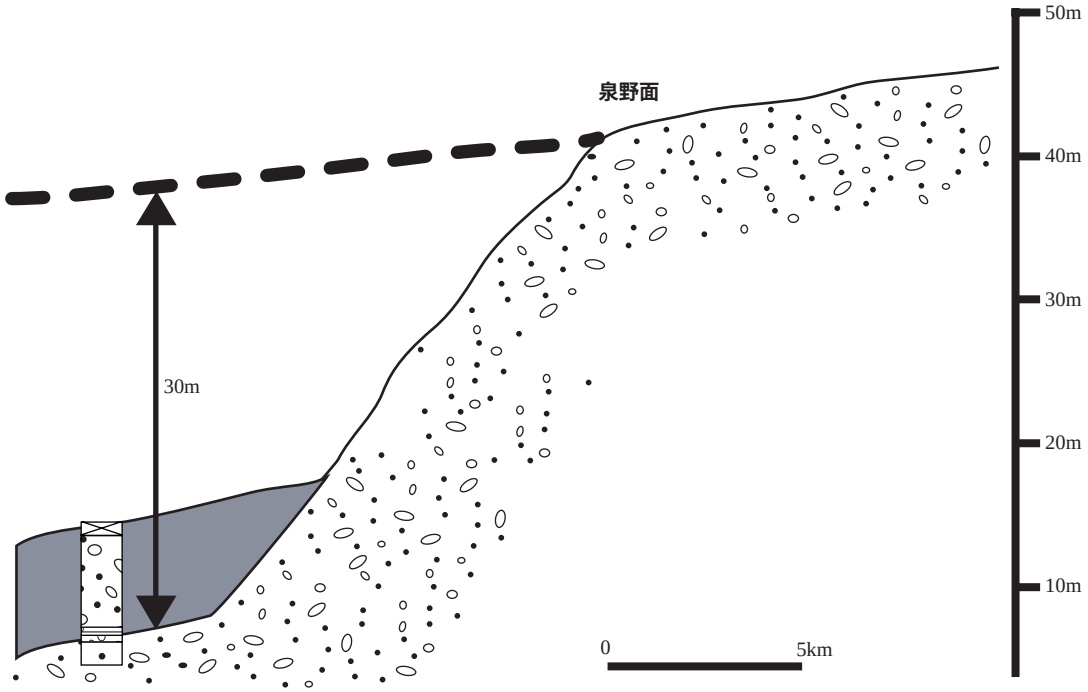
鉛直変位量：30m
離水時期：30×1,000year before
平均鉛直変位速度：1m/1000y
この結果も活動度がA級となることを示している。



図－８　1：25,000土地条件図「金沢」の一部
（土地条件図より「地形分類」と「各種機関および施設」の一部を表示）



図－９　図－８中のボーリング柱状図
（土地条件図裏図解説面より抜粋）



図－10　野町付近の模式断面図
（凡例は図－９に同じ）

５．まとめ

金沢地条件調査とその現地調査における広域テフラの検出によって次のような点が明らかになった。

① 犀川・浅野川沿いの段丘面は野田山面・野田面・小立野面・泉野面・笠舞Ⅰ面・田上面・笠舞Ⅱ面・若松面の計８面に区分できた。

② 野田山面を構成する段丘礫層直下にSK（三瓶木次テフラ）を，礫層上にDKP（大山倉吉軽石）を確認できた。野田山面はSK降下後に礫層を堆積させDKP降下前に離水したので，南関東の武蔵野（M）面に相当する段丘面と考えられる。

③ 小立野面を構成する段丘礫層上にテフラを検出できた。小立野面はDKP降下後に離水した可能性が高く，南関東の立川・（Tc1）面に相当する段丘面と考えられる。

④ 野田山撓曲の活動度を試算したところ，＞１m/1,000年となった。活動度はＡ級と評価される。

⑤ 野町断層の活動度を試算したところ，１m/1,000年となった。この結果も活動度がＡ級となることを示している。

謝　辞

本調査にあたって，金城大学守屋以智雄教授には，現地調査のご協力とご助言を頂きました。また，農業工学研究所中里裕臣氏には，火山灰の分析にご協力頂きました。ここに感謝の意を表します。

引用文献

石川県環境安全部消防防災課（1999）：地震関係基礎調査交付金　森本・富樫断層帯に関する調査　成果報告書（概要版），49p.

活断層研究会編（1991）：新編日本の活断層：分布図と資料，東京大学出版会，437p.

経済企画庁（1969）：５万分の１土地分類基本調査「金沢」.

東郷正美・池田安隆・今泉俊文・澤　祥（1998a）：都市圏活断層図「金沢」.

東郷正美・池田安隆・今泉俊文・澤　祥・平野信一（1998b）：森本-富樫断層帯の詳細位置と活動性について，活断層研究，17，p72-p83.

日本の地質『中部地方Ⅱ』編集委員会（1988）：日本の地質５　中部地方Ⅱ，共立出版，310p.

藤則雄（1975）：河岸段丘，金沢周辺の第四系と遺跡，pp9-13.

町田洋（2001）：日本の地形形成環境の編年法，日本の地形１総説，pp116-126.

町田洋・鈴木毅彦（2000）：地形地質の編年，日本の地形４関東・伊豆小笠原，pp22-36.

松田時彦（1975）：活断層から発生する地震の規模と周期について，地震，28, pp269-283.

三崎徹雄（1980）：石川県，金沢－羽咋間の活構造，地理学評論，53, p280-p289.