チベット東南部ポテチュー谷における木片および埋没土壌の年代とその古環境復元上の意義

岩田修二[1)]・上田　豊[2)]・大畑哲夫[2)]

1)三重大学人文学部　514津市上浜1515
2)名古屋大学水圏科学研究所　464-01名古屋市千種区不老町

1.　はじめに

チベット高原東部と雲南西部の山岳地帯は，現在の地球上で地域情報がもっとも少ない場所のひとつである．当然，過去の環境変化に関する情報も極めて少ない．現在大きな問題となっている地球環境問題をとく手がかりとしてのチベット高原の古環境復元にとっても，この地域は重要な場所である．幸運にも，1989年秋に短期間ではあるが，チベット東南部のヤルツァンポ川屈曲点の北側の地域を訪れることができた（YAO et al, 1991）．調査の主目的は氷河地形を用いて更新世末－完新世の氷河変動をあきらかにすることであったので（AGETA et al, 1991），地形調査および，編年のために各種堆積物や埋没土壌の調査をおこなった．そのため年代測定用の資料をいくつか採取し，分析結果も明らかになった．その結果，この谷の完新世末の氷河変動と，環境を復元する上でのいくつかの新知見を得たので報告する．

2.　調査地域

チベットといえば，一般的には，乾燥した高原に遊牧民が散居する景観が思い浮かぶが，東南チベットは，高い山脈と，森林におおわれた深い谷からなり，谷間では農耕と林業を生業とする人びとが生活している．森林チベットとよぶのにふさわしい地域である．今回調査した地域は，行政単位としては西蔵自治区昌都地区ポミ（波密）県に属する．ヤルツァンポー（ブラマプトラ）河の「大屈曲点」の真北に位置し，ニンチェンタングラ山脈の南面にある典型的な森林チベットである（図１：Ａ）．森林の分布する主原因は，ヤルツァンポー「大屈曲点」をはじめとする東南－北西方向の河谷から侵入した夏のモンスーンの湿った気流が，高度の低い谷沿いに多くの降水をもたらすからである．

調査した谷は，ヤルツァンポ水系の支流パロン（帕隆）ツァンポに北西から流入する支流ポテチュー（波得曲）の谷で（30°N, 95°30'E付近），源頭にゼプ（則普）氷河をもつ氷食谷である（図２）．流域をとりまく山稜の海抜高度は6,300－5,000ｍで，雪線高度は4,500－5,000ｍ，氷河末端高度は2,500－3,500ｍ，谷底は2,000-3,000ｍ台の標高である．湿潤な気候と比較的低い高度があいまって，谷沿いには密度の高い

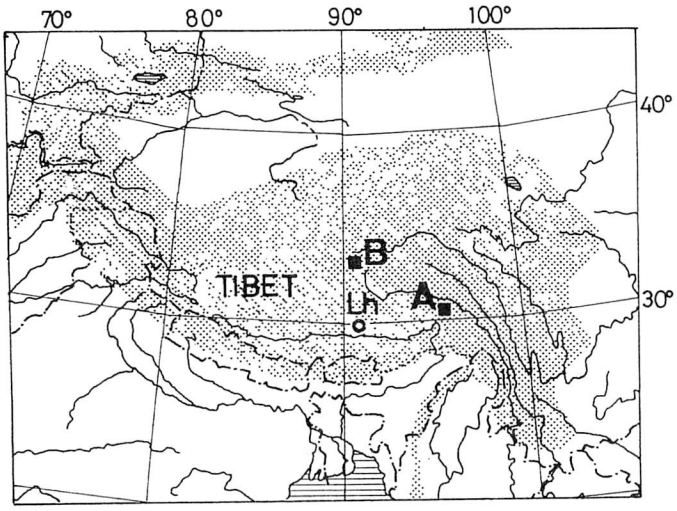

図1　ヒマラヤ・チベット山塊と調査地，A：ポテチュー谷，B：タングラ峠，Lh：ラサ．

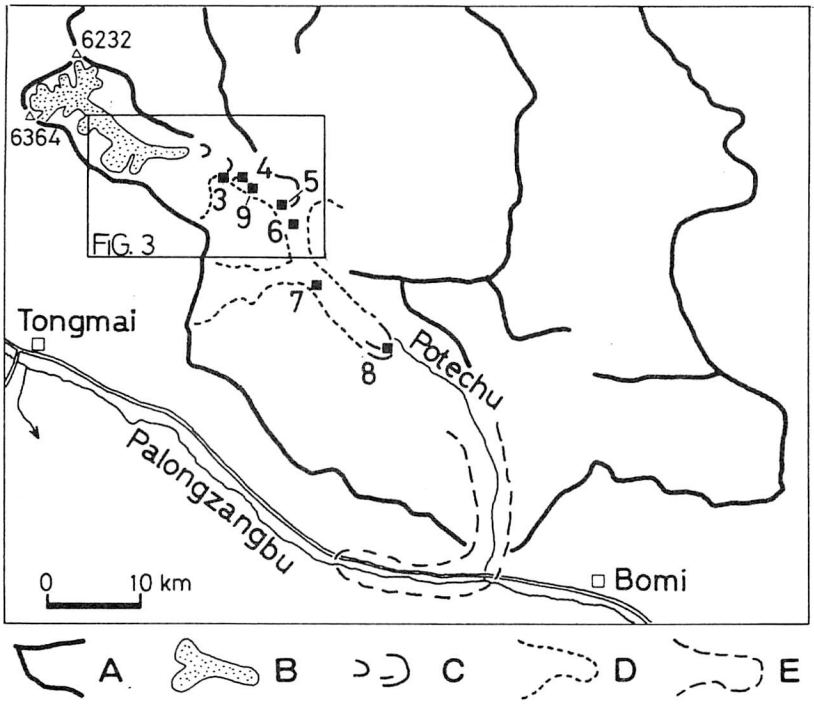

図2　ポテチュー谷の氷河拡大範囲と埋没土壌サンプリング地点，A：山稜，B：ゼブ氷河，C：ターミナルモレーン，D：最終氷期後半の氷河の範囲，E：氷河最拡大範囲，3～9の数字は年代測定サンプリング地点（図4と対応する）．

表１．ポテチュー谷の^{14}C年代測定値

地点	測定番号 (Lab. No.)	年代 (yr. BP)	試料の性質
1	I-16,138	190±80	木片：モレーン上の立ち枯れ木
2	HR-566	580±130	モレーン中の木片
3-1	NUTA-1679	130±70	埋没土壌中の木炭
-2	NUTA-1672	950±120	埋没土壌中の木炭
4	HR-568	1,570$\pm^{300}_{290}$	埋没土壌中の有機物
5	HR-570	1,100±160	埋没土壌中の有機物
6	HR-569	720$\pm^{210}_{200}$	埋没土壌中の木炭
7	HR-567	2,010±120	埋没土壌中の有機物
8	NUTA-1777	5,520±130	腐植を含む埋没土壌中の有機物
9	NUTA-1894	4,570±180	Tillの礫の表面に付着した$CaCO_3$
１０	NUTA-1868	910±100	腐植を含む埋没土壌中の有機物

サンプリング地点は図２，図３に，堆積物・土壌の柱状図は図４に示した．地点１０は，タングラ峠（図１のＢ）である．

森林が分布している．およそ3,000m以下はQuercusやPinusの混交林，3,000m以上4,000mの森林限界まではPiceaやAbiesのみごとな針葉樹林になっている．谷底の平地はよく耕作された畑や牧草地になっており集落が点在する．谷の下流部では谷壁斜面やモレーン上の森林は破壊され低木林が広がっているが，上流部では密度の高い森林が残されている．

3. 年代資料

ポテチューの源頭にあるゼプ氷河の現在の氷舌端は森林帯に突っ込んでいる．このような状況のもとでは，樹木片などが氷河堆積物中に取り込まれやすく，氷河の前進期を示す放射性炭素年代測定のためのよい資料が得られることが期待される．ところが，じっさいに採取できた年代資料は氷河のすぐそばの最も新しい時代のものだけであった．ゼプ氷河周辺での年代資料採取地点と資料の産状を図３に示した．下流部のモレーンや氷河堆積物・融氷河堆積物からは年代資料を得ることができなかったので，堆積物の上限の年代を示す埋没土壌層の年代を知るためのサンプリングをおこなった．その採取地点を図２と３に，土壌の柱状図を図４に示した．これらの資料の性質と測定結果とをまとめて表１に示した．年代の測定結果は，これまでの研究（青蔵考察隊，1986，p.217-221）や，筆者たちの地形学・地質学的観察から推定された年代値とおおきく異なることはなかった．

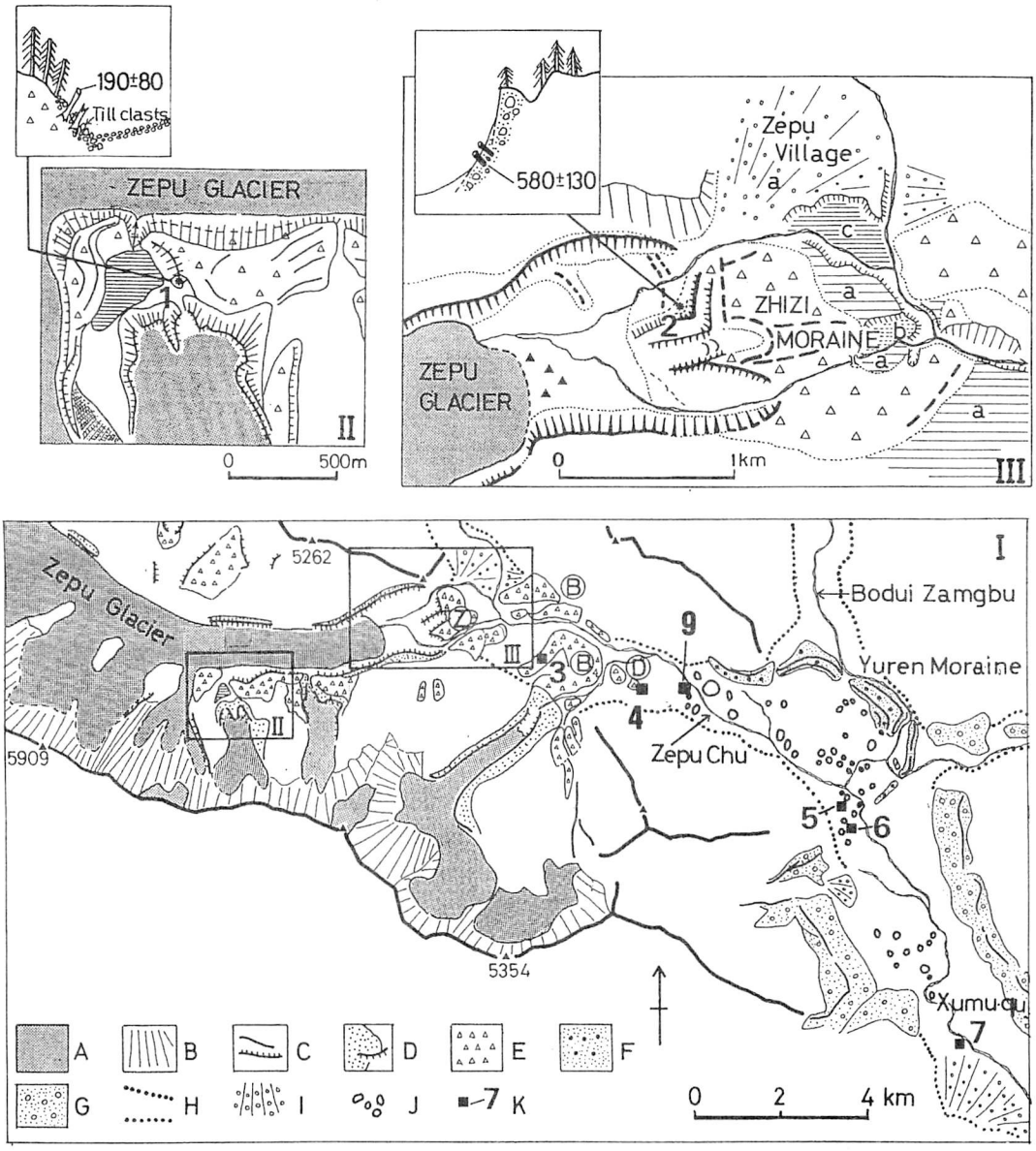

図３　ゼプ氷河の末端付近の氷河地形と年代測定サンプリング地点，Ａ：氷河，Ｂ：雪氷斜面，Ｃ：モレーンリッジ，Ｄ：「小氷期モレーン」，Ｅ：ネオグレシエーション モレーン（Ⓑ パイトンモレーン，Ⓓ ダナモレーン，Ⓩ チツモレーン），Ｆ：晩氷期モレーン，Ｇ：最終氷期モレーン，Ｈ：氷食谷底の範囲，Ｉ：扇状地，Ｊ：円錐丘，Ｋ：サンプリング地点．

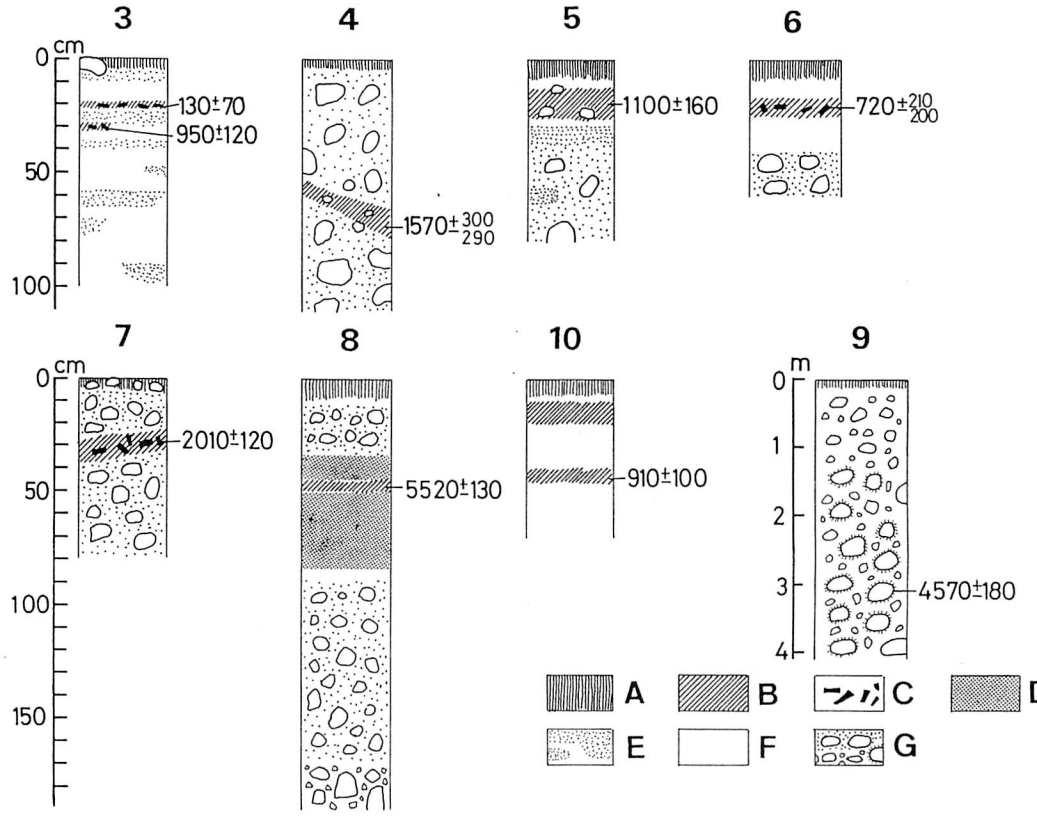

図４　埋没土壌層の柱状断面と^{14}C年代値(yr.BP)．各断面の位置は図２・図３に示した．１０はタングラ峠（図１Ｂ）．Ａ：表面腐植土層，Ｂ：埋没腐植土層，Ｃ：木炭片，Ｄ：レス，Ｅ：砂層，Ｆ：砂まじりシルト層，Ｇ：礫層．

4.　氷河地形と氷河堆積物の編年

ニンチェンタングラ山脈の氷河はチベット高原の完新世の氷河変動を理解する上で重要な役割をはたしてきた．『西蔵冰川』に示された放射炭素年代つきの標準変動曲線（時間－距離図）は，ニンチェンタングラ山脈の氷河のデータによって描かれている（青蔵考察隊，1986，p.280）．ポテチューの谷の氷河地形は，1970年代に李 吉均によって調査され，『西蔵冰川』（青蔵考察隊，1986，p.217-221）にくわしく記述されているが，年代資料はまだ得られていない．

今回の調査で年代資料が得られたモレーンは，氷河に近い方から「小氷期」モレーン，チツ（支子）モレーン，パイトン（白同）モレーン，ダナ（大拿）モレーンの４つである．モレーンのくわしい記述はIWATA and JIAO（印刷中）を見られたい．

図３Ⅱに示した地点１は，Neoglacialと推定されるゼプ氷河のラテラルモレーンの端にある立ち枯れ木である．この立ち枯れは，すぐ南の小氷河からの最新期の氷河前進によってもたらされた岩屑の堆積によって生じたと考えられる．地点２のゼプ氷河

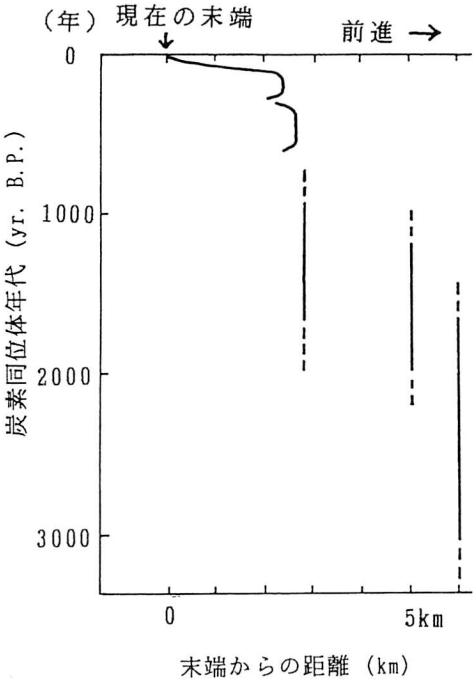

図5
過去3千年間のゼプ氷河の末端位置の変化を示す時間－距離図．距離は現在の末端からのもの．

末端のモレーンの露頭から得られた木片は，氷河の前進によって氷河堆積物中に取り込まれたものであろう．したがって，地点1の年代(190 yr. BP)と，地点2の年代(580yr. BP)は，それぞれ「小氷期」の氷河前進のうちの2つの時代を示すと考えられる．

チツモレーン・パイトンモレーン・ダナモレーンの時代を直接示す年代資料は得られなかったが，これらのモレーンの上に成立している植生は，小氷期のモレーンの植生とは非常に異なっており，成熟した針葉樹林になっている．胸高直径およそ1mのもので140年ほどの年輪を数えた（IWATA and JIAO, 印刷中）．パイトンモレーン上の下位の埋没土壌（地点3）の年代値が950 yr. BPを示したので，パイトンモレーンの形成年代はおよそ1,000年前より古いと言えよう．したがってこれらのモレーンは，PORTER and DENTON (1967)の古典的区分でいうネオグレシェーションのモレーンである．

これらの情報に基づいて，過去3,000年の間の氷河末端の位置の変動を示す時間－距離曲線を図5に示した．ゼプ氷河の変動は，ネオグレシェーション期の前進の方が「小氷期」の前進より大きかったといえる．

地点9のサンプルは，この谷に非常に多くみられる円錐形の丘（青蔵考察隊,1986; IWATA and JIAO, 印刷中）の断面に見られたTillの礫の表面に付着した$CaCO_3$である．$CaCO_3$はTill礫の風化によって形成されたものであるが，この年代がどういう意味をもつかはまだ明かでない．しかし，従来から中国の研究者はこのような$CaCO_3$年代を利用

して氷河堆積物の時代を決めることがしばしばあるので，参考のために示した．

5. 埋没土壌層の時代とその形成原因

ゼプ氷河末端から谷沿いの多くの地点で埋没土壌を観察することができた．それらは平坦な場所では地表面から数10 cmの深さに，斜面では深いものでは数メートルの深さに形成されており，数センチメートルから10 cmの厚さで腐植を多量に含む層からなる．多くの場所では木炭片が含まれている．その中から６つの地点（図２）で，埋没土壌中の有機物または木炭の年代測定をおこなった．その年代は130yr.～5,520 yr. BPであった（表１）．埋没土壌の年代にはつぎのような二つの傾向がある．一つは，谷の下流から上流に向かうにつれて時代が古くなることである．もう一つは，720yr.BPと1,180yr.BPの間にはいる年代が多いことである．

これらの埋没土壌の年代は，その下にある地形の形成年代の下限を示すものであるが，ゼプ氷河の変動を編むためには役立たなかった．しかし，これらの埋没土壌の存在は，この地域の環境変化を解明するためのよい手がかりになると考えられる．一般的には，埋没土壌の存在は気候変化を示すと考えられている．チベット高原中央部タングラ（唐古拉）峠付近（図１：Ｂ）の1,350yr.BPの年代を示す埋没腐植質土壌層は，当時の温暖気候を示すと考えられている（青蔵考察隊，1986）．このように，森林限界以上の高山域では，埋没腐植質土壌は相対的な温暖期・湿潤期の指標と考えられることが多い．しかし，ポテチュー谷のような温暖・湿潤な気候条件のもとでは埋没土壌層が気候を示すと考える必要は必ずしもない．埋没土壌の形成のためには，土壌層を埋没させるようなレス，飛砂，氾濫土砂，マスムーブメント・斜面堆積物などがもたらされればよい．そのためには，地殻変動・気候変化のような地形形成環境の変化を考えればよい．地形形成環境の変化には，自然現象の変化だけではなく，森林破壊や耕作地の増加のような，人間活動による地形変化を加速するような変化も挙げられる．

ポテチュー谷の埋没土壌層に多くの木炭片が含まれていることは，森林火災がおこったことを示しているのであろう．また埋没土壌層の年代が，谷の下流から上流に年代が新しくなることは，谷の下流から居住が進むという開発の進行を示しているのであろう．つまり，人間が森林を焼き，それにともなう裸地化が埋没土壌層形成の主原因であったと考えられよう．

最下流の地点８の埋没土壌からは，5,520yr.BPという年代値が得られており，これは谷の下流の森林の破壊が，かなり古くから始まったことを示唆する．また，さきに述べたように，720yr.BPと1,180yr.BPのあいだに含まれる年代が多いことが，この谷の埋没土壌の特筆すべき点である．この時期の前半は，中国東部（竺，1973）と同じようにチベット高原でも温暖期で，人口が増えたといわれている（青蔵考察隊，1984，p.24）．今回の調査の途中にタングラ峠で著者が採取した埋没腐植土からも，この時期の年代が得られた（図４の１０）．この温暖期は，７世紀－８世紀にチベット高原におこったチベット民族の統一国家「吐蕃」の時期と一致する．吐蕃の拡大にともな

って，チベット高原の周辺地域にも開発がおよび森林破壊が進んだのであろう．おそらく，森林に火を放ち，ヤクなどの家畜の放牧地として利用したのであろう．パイトンモレーン上の現在では針葉樹林になっている場所からも，木炭を含む埋没土壌が得られることや，チツモレーン上の直径１ｍ以上の針葉樹の倒木の根茎に付着した木炭片がみられることから，森林破壊は，非常に大規模であったことがうかがえる．しかし，この地域では放牧だけではなく，穀物栽培も十分おこなえたから，その後，生業の中心は穀物栽培に移り，モレーン上などの放牧地は放棄され，森林が復元したのであろう．

このように埋没土壌の分布とその形成時期を明らかにすることは，古環境の復元だけではなく，過去の人類活動の物的証拠としても重要であるが，埋没土壌層には有機物含量の少ないものも多いから，タンデトロン加速器質量分析計による年代測定が重要になるだろう．

謝　辞

この研究を進めるにあたっては，文部省科学研究補助金（国際学術研究　課題番号01041043および重点領域研究　課題番号03230102）を使用した．野外調査は1989年9-10月に，中日共同青蔵高原氷河調査の一部として行われ，調査隊のメンバーの方がたにはさまざまなご協力をいただいた．年代測定に関しては，名古屋大学年代測定資料センター中村俊夫氏，広島大学文学部中田 高氏，前杢英明氏にたいへんお世話になった．あつくお礼もうしあげます．

文　献

AGETA, Y., YAO Tandong, JIAO Keqin, PU Jianchen, SHAO Wenzheng, IWATA, S., OHATA, S., and FURUKAWA, T. 1991: Glaciological studies on Qingzang Plateau, 1989: part 2. Glaciology and geomorphology. Bulletin of Glacier Research **9**, 27-32.

IWATA, S. and JIAO Keqin, 印刷中: Late Holocene fluctuations of the Zepu Glacier, the eastern Nyainqentanglha Mountains, Qingzang (Tibet) Plateau. 「氷川凍土」.

PORTER, S.C. and DENTON, G.H. (1967): Chronology of Neoglaciation in the North American Cordillera. American Journal of Science **256**: 177-210.

青蔵考察隊［中国科学院青蔵高原綜合科学考察隊］，1984：『西蔵気候』科学出版社．

青蔵考察隊［中国科学院青蔵高原綜合科学考察隊］，1986：『西蔵氷川』科学出版社．

YAO Tandong, AGETA, Y., and OHATA, T. 1991: Glaciological studies on Qingzang Plateau, 1989: part 1. Outline of the project. Bulletin of Glacier Research **9**, 23-26.

竺　可楨，1973：中国近五千年気候変遷的初歩研究．「中国科学」1973(2)，168-189.

Radiocarbon Ages of Woods and Buried Soil Layers and their Significance in the Potechu Valley, Southeastern Tibet

IWATA, S.*, AGETA, Y.**, and OHATA, T.**

*Department of Geography, Mie University, Tsu 514 Japan
**Water Research Institute, Nagoya University, Nagoya 464 Japan

Geomorphplogical and environmental field research was conducted during a visit to the southeastern part of the Tibetan Plateau in 1989, as a part of the China-Japan Joint Glaciological Expedition to Qingzang Plateau, 1989. The study area is located on the southern flank of the Nyainqentanglha Mountains and is a typical U-shaped valley, called Potechu, in which head the Zepu Glacier occurs. A humid climate combined with the relatively low altitude of the valley causes a wide extent of dense coniferous forest.

The geomorphological evidences and results of carbon dating obtained from the valley show the following chronological sequence of fluctuations of the Zepu Glacier. During the past 600 yr BP the Glacier advanced 2 km, and Neoglacial advances occurred prior to 1,000 yr BP, and the maximum advance attained down to 5 km from the present terminal position. A time-distance curve showing fluctuations of the glacier front during the last two millennia is illustrated. This indicates that the Neoglacial advances are more extensive than those of the Little Ice Age for the Zepu Glacier.

Buried soil layers were observed at many localities downstream the valley. They are 10 to 30 cm thick and contains humus and charcoal fragments. Radiocarbon ages of these soil layers concentrate from about 700 yr. BP to 1,200 yr. BP. Generally speaking, in high mountain regions buried humic soil layers often signify relatively warm period, while under relatively moderate climate of this valley, they do not always indicate warm climate. Many charcoal fragments contained in the buried soil layers are likely to imply the evidence of human activity rather than warm climate, in other words, at that time inhabitants in the area may have intensively burnt the forest in order to make fields and pastures. Deforestation by the human activity may have took place in the valley during the period.