

新潟県六日町に分布する腐植土の ^{14}C 年代と 地盤沈下の素因である軟弱層の堆積状況

関谷 一義

Keywords: ^{14}C 年代; 六日町; 地盤沈下; 軟弱層

1 はじめに

六日町は、新潟県南部にあり、六日町盆地のほぼ中央に位置する。六日町盆地は、西を魚沼丘陵、東を越後山地に挟まれた北北東-南南西に伸長した狭長な盆地である。盆地の伸長方向に沿って魚野川が北上している(図1)。

六日町は全国でも有数の豪雪地帯である。そのため、消融雪用の地下水利用が多く、冬季に地下水位の低下が激しく、著しい地盤沈下を生じている。特に、井戸が集中している市街地付近での沈下が著しく、59豪雪(1984年)時の一年間の沈下量は9.2cmに達した。この沈下量は観測開始(1975年)以来の最大値であり、当該年度の全国順位では上越市高田に次いで第二位であった。その後、年間沈下量の最大値は5~7cmに減少したものの、1991~1996年においては沈下量の全国順位は第一位または第二位であった¹⁾。

1993~1998年の5年間の沈下量の分布を図2に示した。市街地の西側が沈下の中心になっていることが最近の特徴である。その原因としては、粘土や腐植土からなる軟弱な地層が市街地の西側に厚いこと及び住宅地が市街地の西側に拡大しつつあるためにそれらの地域での地下水利用が増加していることが指摘されている²⁾。

環境庁国立環境研究所では地下地質を明らかにする目的で1996年に沈下の中心に近い六日町立六日町中学校でオールコアボーリングを実施した。今回、ボーリングによって得られた土質試料の一部を入手し、 ^{14}C による年代測定を実施したのでその結果を報告する。また、地形とボーリングによって明らかになった地下地質から、地盤沈下の素因である軟弱層の堆積状況についても検討を行ったので報告する。

2 方 法

2.1 試料の採取

^{14}C 年代測定用試料(以下「試料」という。)の採取は1998年2月に環境庁国立環境研究所にて行った。

ボーリング地点を図1に、地質柱状図及び試料の採取深度を図3に示した³⁾。地下地質をみると、地表から3mまでが盛土、3~38mまでが主として腐植土及び粘土、38m以深が主として礫であったので、試料として腐植土を6検

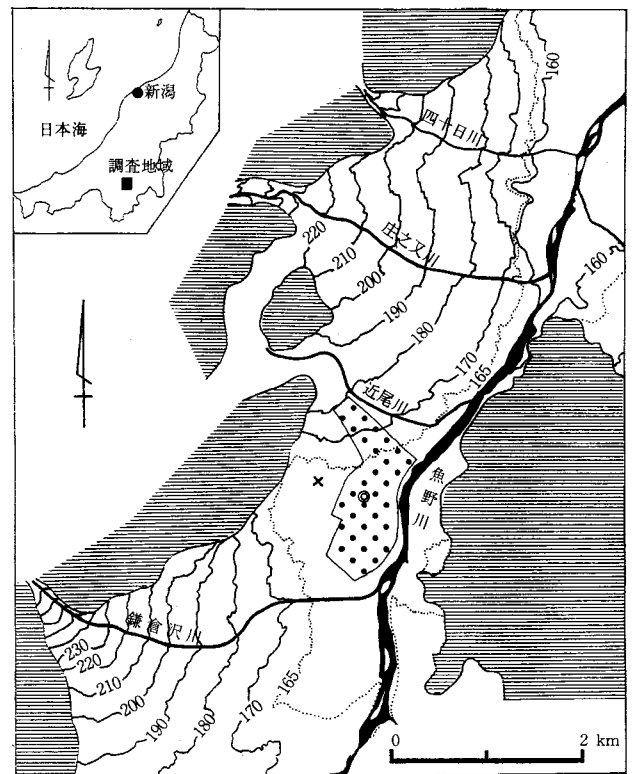


図1 六日町周辺の地盤高図と ^{14}C 年代測定地点の位置
 ■ 山地・丘陵、～ 等高線(10m間隔)、
 等高線(標高165m)、
 × ボーリング地点(六日町立六日町中学校)、◎ 六日町役場、
 □ 市街地

体、1検体あたり約30~90gを採取した。採取深度は地表面から①7.18~7.21m、②11.21~11.22m、③23.16~23.18m、④27.18~27.19m、⑤34.51~34.53m、⑥36.06~36.08mとした。

2.2 ^{14}C による年代測定

^{14}C による年代測定は、財団法人九州環境管理協会に委託して実施した。測定方法は液体シンチレーション計数法による。 ^{14}C の半減期は5,568年を採用し、測定結果は西暦1950年までの経過年(years BP)で表示した。

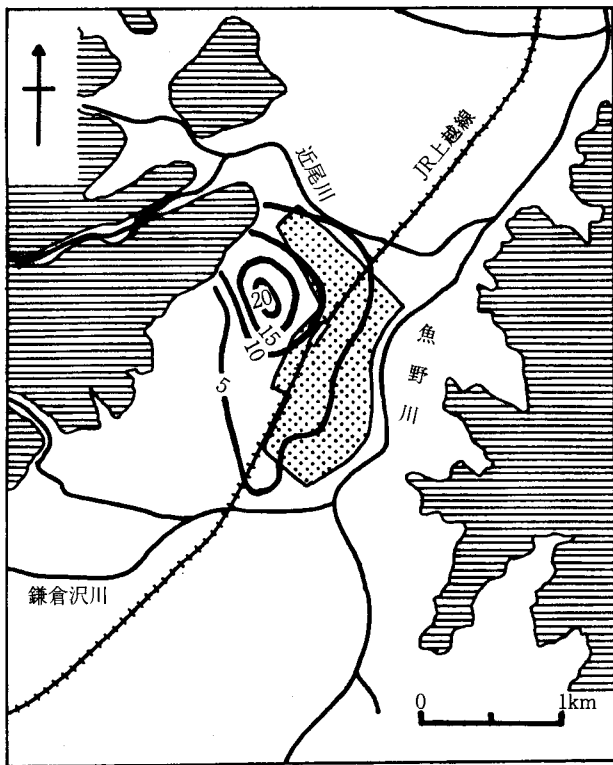


図2 六日町における1993～1998年の5年間の等沈下量線図
 ～ 等沈下量線 (間隔5 cm),
 ≡ 山地・丘陵, ≡ 市街地

3 結果と考察

¹⁴Cによる年代測定結果を表1に示した。

その結果では、7 m 付近が4,500 years BP、11m 付近が7,270 years BP、23m 付近が10,800 years BP、27m 付近が12,700 years BP、34m 付近が33,000 years BP、36m 付近が42,000 years BP 以上であった。

六日町における既存の ¹⁴C 年代値は、当該地点より南へ約300m 離れた地点の地表面下28.5～34m の泥炭で測定された値が知られている。その年代値は17,120±490 years BP であり、今回の値と大きな違いはなかった⁴⁾。

堆積物の厚さと ¹⁴C 年代値の関係をみると、7,270～10,800 years BP の間が最も堆積物が厚く、年平均堆積量を算出すると3.4mm/年となる。この堆積量は前後の年代と比較して1.5～2倍の値である。この年代は最終氷期であるウルム氷期後の温暖化が進行する時期にあたり、海水準が上昇し、日本では縄文海進 (9,000～6,000 years BP) と呼ばれるように海が陸地の方へ入り込んだ時期である⁵⁾。六日町のような内陸盆地における堆積物の増加の原因が、温暖化の影響であるのか、あるいは他の要因によるものであるのかは今後の検討課題である。

図3に示した国立環境研究所のボーリング結果によると、盛土を除いた時の地表面に相当する3 m から38m の

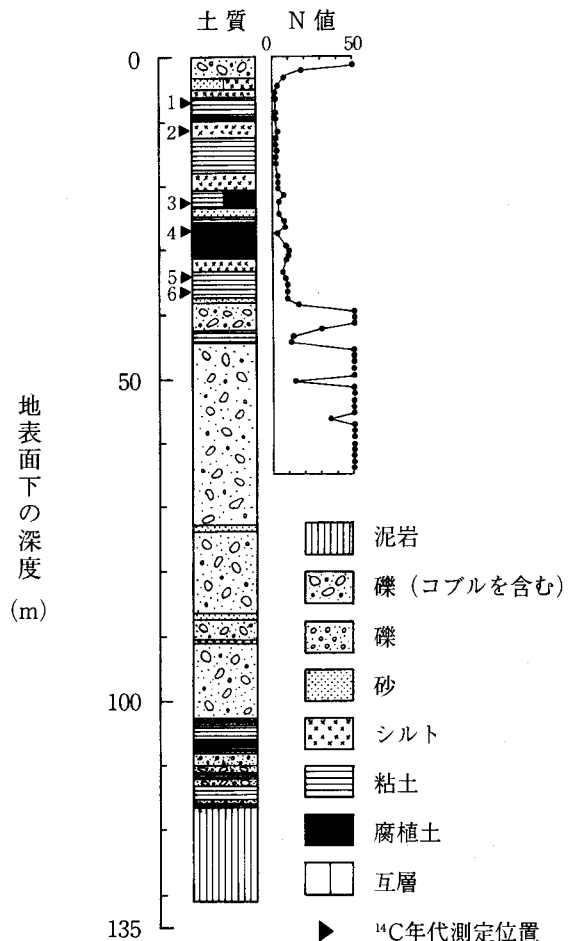


図3 六日町中学校における地質柱状図と標準貫入試験結果 (Sekiya, 1998に一部加筆)

表1 新潟県六日町における ¹⁴C 年代測定結果

サンプル番号	採取深度 (地表面下:m)	試料	¹⁴ C年代 (years BP)
1	7.18～7.21	腐植土	4500±110
2	11.21～11.22	腐植土	7270±100
3	23.16～23.18	腐植土	10800±200
4	27.18～27.19	腐植土	12700±200
5	34.51～34.53	腐植土	33000±900
6	36.06～36.08	腐植土	>42000

間は、粘土や腐植土を主体とする N 値の低い軟弱層 (以下「軟弱層」という。) であった^{6, 7)}。六日町では38m 以深の礫層が帯水層として利用されている。地盤沈下観測井の観測結果によると、冬季には礫層の地下水位が低下し、軟弱層が収縮している¹⁾。また、礫層まで杭を打ち込んだ建物の抜け上がりの被害が生じていることは、沈下が軟弱層の収縮によって生じていることを示している。

軟弱層の年代値と層相から推測すると、ボーリング地点では少なくとも約4万2千年前 (礫層直上36m 付近の腐

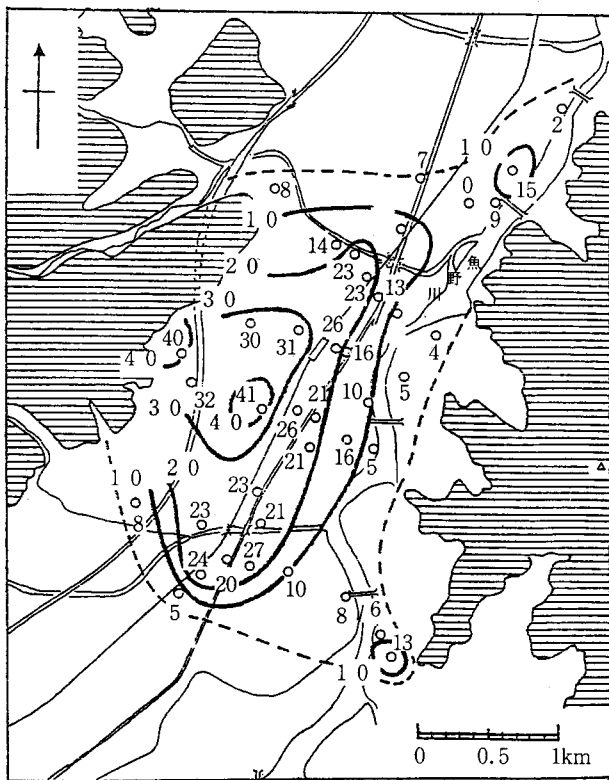


図4 BG1層上部軟弱層層厚分布図(単位:m)
(新潟県衛生公害研究所, 1998)

植土の ^{14}C 年代値)以降, 細粒土が堆積する湿地や沼沢地のような堆積環境が続いていたものと考えられる。

六日町周辺の地盤高図を図1に示した。地盤高図によると市街地は北を四十日川, 庄之又川の複合扇状地, 南を鎌倉沢川の扇状地に挟まれた相対的に低い場所にあたる。現在の地表面の標高でみると, 165mの等高線までが扇状地の形状を示しており, 市街地付近は標高160~165mの範囲内にある起伏が少ない低平地である。

軟弱層の等層厚分布を図4に示した。軟弱層は魚野川の西側に分布しており, 魚沼丘陵の山麓にかけて西に行くほど厚くなり, 最も厚いところで40mに達する²⁾。軟弱層の分布は平面的には前述した扇状地間の低平地と一致しており, 層厚は周囲から中心に向かってすりばち状に厚さを増している。形態的には扇状地間の凹地を埋めるような形状を示している。

以上のことから, 冬季に収縮し著しい沈下を引き起こしている軟弱層は, 少なくとも約4万2千年前以降, 庄之又川扇状地と鎌倉沢川扇状地の間を粘土や腐植土が埋めるようにして形成されたものと推察される。

本報告では, 地盤沈下で問題となっている軟弱層の堆積状況を年代的な側面と地形的な側面から考察した。さらに, 珪藻化石や花粉化石などの分析から, 古環境を復元することによって, ウルム氷期以降の六日町盆地の形成過程がより明らかになるものと思われる。

4 ま と め

- (1) 六日町に分布する腐植土について ^{14}C による年代測定を実施した結果, 以下のことが明らかになった。
 - ① 7m付近は4,500 years BP
 - ② 11m付近は7,270 years BP
 - ③ 23m付近は10,800 years BP
 - ④ 27m付近は12,700 years BP
 - ⑤ 34m付近は33,000 years BP
 - ⑥ 36m付近は42,000 years BP以上
- (2) 36m以後浅の堆積物では, 10,800~7,270 years BPの堆積物が最も厚かった。この年代はウルム氷期後の温暖化が進行した時期にあたる。
- (3) 六日町の地盤沈下の素因である軟弱層は, 少なくとも約4万2千年前以降, 庄之又川扇状地と鎌倉沢川扇状地間の湿地や沼沢地のような堆積環境で形成されたものと推察される。

5 謝 辞

この報告を作成するにあたり, 試料の提供及び採取についての助言をいただいた環境庁国立環境研究所地下環境研究室陶野郁雄室長に, 試料採取にご協力をいただいた新潟大学大学院自然科学研究科安井賢氏に厚く感謝します。

文 献

- 1) 新潟県環境生活部: 南魚沼地区の地盤沈下⁽²⁾, (1998)。
- 2) 新潟県衛生公害研究所: 南魚沼地域地盤沈下機構解明調査報告書, (1988)。
- 3) Sekiya K.: Proceedings of the International Symposium on Lowland Technology, 521 (1998)。
- 4) 堀川幸夫: 六日町理科教育センター研究誌「るーべ」, 4, 134 (1977)。
- 5) 井関弘太郎: 沖漬平野, 東京大学出版会, p.59 (1983)。
- 6) 環境庁国立環境研究所: 地盤沈下地域の地盤調査(六日町地域)報告書, (1997)。
- 7) 新潟県: 地盤沈下観測井設置工事(南魚沼郡六日町(六日町中学校)地内)報告書, (1994)。