

「ほくりく地盤情報システム」を利用した越後平野における防災基本情報としての泥炭層（軟弱地盤）の分布解明その2－中南部及び北部地域－

(株)村尾技建 鴨井幸彦

1. 研究の背景と目的

本研究は平成27年度に引きつづき、次の2点を目的に実施したものである。

- ① 越後平野における腐植土層（泥炭層、軟弱地盤）分布状況を明らかにする。
- ② 地盤情報データベースである「ほくりく地盤情報システム」の有用性を示し、さらなる利活用に結びつける。

泥炭（腐植土）層（以下単に腐植土層とする）は、湿原や池沼に生える植物が枯れた後、完全に分解されずに沼や湿原の底にたまった黒色の有機質な泥のことであり、含水量が多く、やわらかく、また圧縮性が高いため、公共土木事業や民間の建築工事を実施するにあたり、圧密沈下や不同沈下といった地盤上のトラブルをしばしば引き起こすやっかいな地盤である。

腐植土層の存在は、主に次の3つの点で防災・減災対策上重要と考えられる。

- ① 非常に軟らかく地盤の強度が弱いため、盛土のような荷重によって圧密沈下しやすい。
- ② 過去に腐植土層が堆積したということは、その地域が湛水しやすい（水に浸かりやすい）ということでもあり、そこが防災上不利な地形条件にあることを示唆している。
- ③ 腐植土層が厚い地区は、地盤液状化現象こそ起こらなくても、地盤が軟らかいため地震時に揺れが増幅し、被害が大きくなる危険性が高い。

越後平野（とくに中央部）の地下には、こうした腐植土層が広く分布していることが知られており、とりわけ信濃川、阿賀野川、通船川（阿賀野川の旧河道）及び小阿賀野川に囲まれた亀田郷（横越島）には厚く分布していると考えられてきた。軟弱地盤の代表とされるこうした腐植土層の分布状態（地域的な広がりや厚さの分布傾向）を明らかにすることは、効率的な建設事業の実施や都市計画の推進に大きく寄与すると考えられる。しかし、その層厚分布や分布深度、分布範囲等の詳細について、公表された例はこれまでほとんどなかった。

本事業で明らかにする「腐植土層の層厚分布傾向」の公表により、地盤にまつわるトラブルの減少や市民の地盤と土地利用への関心の高まり、効率的な建設事業の実施や都市計画の推進や防災・減災事業の効率化に大いに貢献することが期待される。

2. 研究方法

本研究では、「ほくりく地盤情報システム」に登録されているデータ以外に「2000年版20万分の1新潟県地質図」と2002年の「新潟県地盤図」作成の際に新潟応用地質研究会と新潟県地質調査業協会によってそれぞれ集められたデータ及び新潟県農地部巻農地事務所（当時）によって収集された「西蒲原地区ボーリング柱状図集（平成10年3月）」をそれぞれ参照した。

<作業の手順>

- ① 地質柱状図の閲覧

……研究対象範囲内のボーリングデータについて、位置と地質柱状図記載内容を確認する。

② 2万5千分の1地形図へのデータ転記（プロット）

……研究対象範囲内のボーリングデータ1孔ずつについて、地質柱状図から腐植土層あるいは腐植土層と記載された地層の層厚を読み取り、その地点を現在の2万5千分の1地形図（作業図）に落とし、その脇に数値を記入する。なお、2～3層に分かれて分布する場合は、それらを合計した。

③ 砂丘の分布範囲（外形）を記入

……地表面上に現れた砂丘の分布（範囲）図を、明治44年に測図された2万5千分の1地形図や数値地図1:25,000土地条件等に基づき、2万5千分の1作業図上に記入する。

④ 層厚分布図（層厚コンター図）の作成

……腐植土層の層厚を、0～1 m未満（うすだいい色＝はだ色）、1～2 m未満（うすべに色）、2～3 m未満（モーブ色）、3 m以上（あかむらさき色）の4ランクに分け、天気図における等圧線あるいは地形図における等高線を描く要領でコンターライン（等層厚線）を引き、ランクごとに着色する。

⑤ ^{14}C 年代値の新規測定と既存の ^{14}C 年代のデータ整理及び分布深度との関係性の検討

……新たに ^{14}C 年代を測定するとともに、既存の ^{14}C 年代データを収集・整理し、腐植土層の分布深度との関係について考察する。

⑥ 結果についての地質学的考察

……腐植土層の層厚コンター図と分布深度（層位分布）及び ^{14}C 年代値に関して地質学的に考察する。

3. 腐植土層の層厚分布

3.1 腐植土層の分布深度と広がり傾向

越後平野に分布する腐植土層には、植物繊維を多く残す繊維質泥炭と、黒色の有機質粘土状を呈するもの（粘土質泥炭）の二とおりがある。繊維質泥炭は、地表から5 m以浅の浅層部に多く見られ、標準貫入試験は、ほとんどの場合N値=0（自沈：重さ約63.5 kgのドライブハンマーの自重だけで沈下する）～1である。ただし、腐植土層の上位に砂層が載る場合は、N値はこれよりやや高く、2～3程度である。これに対し、粘土質泥炭は、5 m以深に分布することが多く、圧密作用が進み、N値=3前後を示すことが多い。また、10 m以深に分布する場合は、さらに圧密が進んで、5以上を示し、時に10を超えることもある。

越後平野の地下に分布する腐植土層は1層（枚）の場合もあるが、多くの場合複数層あることが知られており、亀田郷では全域にわたって広く分布し、大きく見て2層が確認される。白根郷では2～4層ある。しかし、わずか数10 m離れただけでも大きく層厚が変わったり、とぎれたりすることもしばしばであり、火山灰のように鍵層として広い地域の地層対比にはとても使えない。これは、腐植土層を堆積させた堆積環境（後背湿地や湿原）の不安定さ、複雑さのせいと考えられる。しかし、分布は途切れ途切れであっても、一定の範囲で横方向に追跡できることから、湿原環境が卓越する時期が過去に何回が訪れたことは間違いない。

3.2 新発田地域

新発田市街地は主に砂泥互層から構成されており、腐植土層の分布は全体に広がるのではなく部分

的であり、厚さも1m以下で、分布深度は2~3m、1層のことが多い。N値は0~3と非常に軟らかい。深度6~8m付近に層厚0.5m以下の薄い腐植土層を挟むところもある。これは、加治川や太田川がひんぱんに氾濫をくり返したため、後背湿地が形成されても安定せず、堆積環境がたびたび変わったためと推定される。

一方、郊外の砂丘列に近い中曽根地区では、部分的に層厚2~3mとやや厚い腐植土層が分布している。N値は0~1で非常に軟らかい。また、五十公野丘陵に刻まれた谷筋では、局所的に層厚6~8mと非常に厚いところが見られる。さらに、砂丘間凹地では、層厚はおおむね1m以下であるが、部分的に3m前後に達することがある。N値は多くが0（自沈）である。

3.3 福島潟~阿賀野市周辺地域

福島潟周辺では、腐植土層の分布はあまり見られない。水深が深いために湿原の発達が抑制されたためと考えられる。比較的厚い腐植土層の分布が見られるのは、豊栄市街地南方の新井郷川沿い（層厚2~3m）と、JR早通駅東方付近（層厚1~2m）で1層であることが多い。N値は大半が0（自沈）で非常に軟らかい。

福島潟から旧水原町市街地にかけての地域も腐植土層の発達が悪く、分布が見られても多くは層厚1m以下であるが、部分的に2mを超えるところがある。阿賀野川右岸で腐植土層の発達が悪いのは、阿賀野川とその支流である駒林川や安野川が氾濫をくり返し、たびたび流路を変えたため、湿原環境の成立範囲が狭く、安定しなかったためと考えられる。

3.4 新津郷・白根郷地域

信濃川、小阿賀野川、能代川で囲まれた新津郷では、亀田郷との境界をなす小阿賀野川沿いに比較的厚い腐植土層の分布が集中している。層厚はおおむね2~4mであるが、狭い範囲で激しく変化する。旧新津市街地では、層厚はおおむね1m以下であるが、発達しないところも多く、分布はまだら模様である。信濃川と新津丘陵に挟まれた旧小須戸町では、腐植土層が広範囲に分布し、層厚2m以上に達するところが見られる。これは、自然堤防や丘陵に囲まれた範囲に湿地が形成されやすかったためと考えられる。

一方、信濃川と中之口川に囲まれた白根郷では、腐植土層は地域全体に分布している。おおむね2~3層、一部で4層が認められるが、各ボーリング地点間で、それらの分布深度は必ずしも一致していないが、GL. -8m付近、-10m付近、-15m付近であることが多い。各地点における腐植土層の合計した層厚は2~4m、最大5m以上に達する。

3.5 黒埼~小新地域

対象とした範囲は、中之口川と新潟砂丘に挟まれた、5万分の1地形図「内野」に含まれる平地である。地域のほぼ全体に腐植土層が確認される。1~2層のことが多いが、3~4層確認されるところもある。分布深度はまちまちである。2層の場合2~4m、5~10mと場所によって幅がある。また、各地点の合計した層厚は1~3mで、2m前後のことが多い。N値は浅い方の大半が0（自沈）であり、深い方でもN=1~4であり非常に軟らかい。

4. 腐植土層の堆積年代(¹⁴C年代測定結果)

越後平野の地下に存在する腐植土層の厚さ分布を明らかにすると同時に、それらの腐植土層がいつ形成されたのか、つまり腐植土層が堆積するような湿原環境がどのように変遷してきたのか、つまり越後平野を構成する地盤はいつ作られたのか、ひいては越後平野がどのように形成されたのかをそれぞれ明らかにすることは、防災・減災を目指した土地利用を考える上で重要である(鴨井, 2013)。その際、地層から取り出した炭化物や貝殻片を利用して測定される ^{14}C 年代は有力な指標となる。

これまでの研究で多くの ^{14}C 年代が測定されているが、決して十分とはいえない。そこで、本事業では、腐植土層の形成年代を明らかにするために、いくつかの重要な地点から採取された地質試料について、平成 27 年度事業と平成 28 年度事業でそれぞれ 8 点ずつ合計 16 点について、 ^{14}C 年代値を測定した。測定は、国内において多数の実績を持つ(株)パレオ・ラボ(埼玉県戸田市)に依頼した。測定地点を図-4.1、測定結果を表-4.1 (^{14}C 年代測定結果一覧表)にそれぞれ示す。

本事業で新たに得られた測定値と、これまでに公表されているデータ(たとえば、鴨井ほか, 2015、2016 など)と合わせて、腐植土層の堆積年代を以下に述べる。なお、27 年度事業で亀田郷における腐植土層の堆積年代について考察しているのので、初めに要約する。



図-4.1 ^{14}C 年代測定試料採取地点位置図 ● は H28 年度事業、● は H27 年度事業、● は(事業外)

表 4-1 ¹⁴C 年代測定結果一覧表

地点番号	試料番号	試料名	地盤高 E.L.	採取地点名	緯度			経度			採取深度 G.L. (m)	採取標高 E.L. (m)	試料の種類	暦年較正年代(calBC/calAD)
					度	分	秒	度	分	秒				
1	1	天野-1(26-1)	-0.28	新潟市江南区天野	37	50	51	139	1	56	5.71	-5.99	繊維質泥炭	781(95.4%)690calBP
	2	天野-2(26-1)									8.51	-8.79	粘土質泥炭	3,344(36.6%)3,282calBP 3,276(58.8%)3,171calBP
2	3	天野-3(26-4)	4.25		37	50	43	139	1	52	15.80	-11.55	ヤマトシジミ	3,920(74.3%)3,817calBP 3,797(21.1%)3,724calBP
3	4	亀田早通13-2-1	-0.33	新潟市江南区亀田早通	37	51	59	139	4	43	1.50	-1.83	繊維質泥炭	678(67.1%)642calBP 589(28.3%)564calBP
4	5	大潟26-2-sp.2	-0.40	新潟市西蒲区大潟	37	49	19	138	56	15	9.00	-9.40	粘土質泥炭	2856(95.4%)2768calBP
5	6	木場26-4-sp.2	-0.25	新潟市西区木場	37	48	56	138	58	37	5.57	-5.82	やや繊維質な泥炭	2,345(55.4%)2,302calBP 2,242(40.0%)2,179calBP
	7	木場26-4-sp.4									10.65	-10.90	粘土質泥炭	4,294(94.7%)4,147calBP 4,109(0.7%)4,103calBP
6	8	亀田早通13-1-2	0.12	新潟市江南区亀田早通	37	51	59	139	4	43	7.80	-7.68	腐植土	3,350(95.4%)3,210calBP
7	9	JA南蒲原26-2-1	6.25	加茂市下条	37	39	42	139	1	56	5.855	0.40	繊維質泥炭	3032-3014 cal BP (1.7%) 3006-2876 cal BP (93.7%)
	10	JA南蒲原26-2-2	6.25	加茂市下条	37	39	42	139	1	56	8.45	-2.20	繊維質泥炭	4849-4810 cal BP (55.8%) 4758-4706 cal BP (36.1%) 4669-4655 cal BP (3.6%)
8	11	中曽根26-2-1-1	4.05	新発田市舟入	37	57	58	139	18	22	1.20	2.85	繊維質泥炭	673-644 cal BP (62.4%) 588-565 cal BP (33.0%)
9	12	中曽根26-2-2-2	4.24	新発田市舟入	37	57	53	139	18	26	4.95	-0.71	繊維質泥炭	4417-4284 cal BP (88.6%) 4273-4251 cal BP (6.8%)
10	13	中曽根25-1-2	4.09	新発田市舟入	37	57	46	139	18	6	16.48	-12.39	ヤマトシジミ	8541-8422 cal BP (95.4%)
11	14	嘉瀬27-2-1-1	0.37	江南区嘉瀬	37	50	40	139	4	37	3.88	-3.51	腐植土	2743-2695 cal BP (44.3%) 2635-2615 cal BP (13.3%) 2593-2501 cal BP (37.8%)
4	15	大潟26-2-4	-0.40	西蒲区大潟	37	49	19	138	56	15	18.30	-18.70	粘土質泥炭	5468-5319 cal BP (95.4%)
12	16	板井22-1-1	0.24	西区板井	37	49	4	138	59	32	16.18	-15.94	腐植土	5904-5842 cal BP (33.7%) 5832-5748 cal BP (61.7%)
13	17	中塩俵24-1-1	0.11	南区中塩俵	37	49	42	139	1	6	4.53	-4.42	繊維質泥炭	2336-2296 cal BP (24.1%) 2268-2156 cal BP (71.3%)
14	18	中央環状(渡河橋)27-3-1	3.11	南区瀬(うす)ヶ通	37	50	5	139	3	22	7.57	-4.46	腐植土	905-855 cal BP (35.3%) 831-737 cal BP (60.1%)

注) 試料番号 1~8 : 平成 27 年度事業、9~12 : 平成 28 年度事業、17、18 : 他事業

【亀田郷について (平成 27 年度研究成果報告書による)】

亀田郷に分布する砂丘間凹地では、暦年代で約 2,400 年前に一部で腐植土層の堆積が始まり、約 2,000 年前ころに湿原が拡大し、約 800 年前(12 世紀ころ)まで湿原環境が続いたものと推定される。また、信濃川による蛇行侵食域(天野地区)については、暦年代で約 3,200 年前に一部で腐植土層の堆積が開始され、約 700 年前(13 世紀ころ)まで湿原環境が続いていたと推定される。

【新発田地域(中曽根地区)について】……以下平成 28 年度事業

腐植土層の下底付近で 4,417-4,284 cal BP、上端付近で 673-644 cal BP であった(表 4-1、試料番号 11、12)。したがって、4 千数百年前に腐植土層が堆積し始め、その後湿原の範囲を広げたり狭めたりしながら 13 世紀(鎌倉時代)ころまで湿原環境が続いていたと考えられる。

【福島潟~阿賀野市(旧水原町)周辺について】

葛塚(旧豊栄市街地)付近では、GL. -2.9m で 3,933-3,324 cal BP、GL. -1.7m で 2,884-2,110 cal BP

が得られている（鴨井ほか、2016）。ここでは、3千数百年前から2千数百年前にかけて腐植土層の堆積が進んだと考えられる。

【白根郷と西蒲原郷の北部地域について】

白根郷・西蒲原郷では、腐植土層は主に2～3層確認される。もっとも下位の腐植土層は、深度16から18m付近に分布する。その¹⁴C年代として5,468-5,319 cal BP、5,832-5,748 cal BPがそれぞれ得られている（表4-1、試料番号15、16）。また、中位の腐植土層の¹⁴C年代として4,294-4,147 cal BPが得られている（表4-1、試料番号7）。さらに、上位の腐植土層の¹⁴C年代はそれぞれ2,345-2,302 cal BP、2,856-2,768 cal BPであった（表4-1、試料番号4、5）。

したがって、白根郷・西蒲原郷では、5千数百年前、4千数百年前、2千数百年前の少なくとも3回にわたって、断続的に腐植土層の堆積が行われたことがわかる。水深が深くなった期間には主に泥層や砂泥互層が堆積したと考えられる。白根郷・西蒲原郷では、弥生時代以降は水深が深くなり、腐植土層が堆積するような環境が形成されなかったと見られる。

【黒埼～小新地域について】

坂井輪地区のGL. -8.3mで1,953-1,732 cal BPが得られている（鴨井ほか、2016）。また、北場地区では2層の腐植土層が確認され、GL. -3.90mで2,122-1,703 cal BP、GL. -8.65mで3,448-3,005 cal BPがそれぞれ得られている（鴨井ほか、2016）。このことから、西川と中之口川の合流点に近い西蒲原郷最北部では、腐植土層の堆積は、3千数百年前と約2千年前にそれぞれ進行したことがわかる。同じ西蒲原郷内の腐植土層の堆積年代について比較すると、より北側の、下流側に位置する方が若い値を示している。このことは、腐植土層の堆積が上流側から下流側に向かって進行してきた、つまり上流側から下流側に向かって平野の形成（埋積作用）が進んできたことが示唆される。

5. まとめと今後の展開

平成27～28年度にわたる2ヶ年の研究により、新潟市街地周辺における腐植土層の分布実態とその生成年代が明らかになった。しかし、越後平野全体の状況について十分明らかにされたとは言えない。今後は、この手法を用いて、研究対象を周辺地域に広げ、越後平野全体の湿原環境の変遷史、ひいては越後平野の詳細な形成史を明らかにし、安全な土地利用や効率的な防災・減災対策の推進に供したいと考える。

《引用文献》

- 1) 鴨井幸彦（2016）「ほくりく地盤情報システム」を利用した越後平野における防災基本情報としての泥炭層（軟弱地盤）の分布解明. 第20回「北陸地域の活性化」に関する研究助成事業 研究成果報告書.
- 2) 鴨井幸彦・田中里志・安井賢（2015）暦年較正年代による新潟砂丘列の形成年代の見直し. 第四紀研究、54（3）、139-143.
- 3) 鴨井幸彦・安井賢・ト部厚志（2016）新潟及び内野地域の地質. 地域地質研究報告（5万分の1地質図幅）、産総研地質総合センター、90p.
- 4) 新潟県農地部巻農地事務所（1998）西蒲原地区ボーリング柱状図集.