

「ほくりく地盤情報システム」を利用した越後平野中央部における 防災基本情報としての泥炭層（軟弱地盤）の分布解明

(株)村尾技建 鴨井幸彦

1. はじめに

泥炭(腐植土)層(以下単に腐植土層とする)は、含水が多く、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。これまで、越後平野とりわけ亀田郷(横越島)には腐植土層が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(広がりや厚さ分布)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。

本事業は、軟弱地盤として問題視される腐植土層の平野下における分布実態を、主として「ほくりく地盤情報システム」に登録されているボーリングデータを解析することによって明らかにしようとした試みであり、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」に依拠した研究であると同時に、その有用性と将来への利用の可能性を具体的に示す実証的な研究である。「腐植土層層厚分布図」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. 亀田郷の地形・地質的特徴

亀田郷は信濃川、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地域である。亀田郷の地形は、帯状に配列した新潟砂丘(列)の高まりと、砂丘間凹地、後背湿地、旧河道といった低平地から構成される。新潟砂丘は、大きくⅠ～Ⅲに区分されるが、亀田郷には、このうち主にⅠとⅡが分布する。砂丘列は内陸のものほど古く、約7,000年前に最初の砂丘列(新砂丘Ⅰ、亀田砂丘)が形成されたあと、順次海側に付加され、浜堤列平野を形成した。低平地上のわずかな高まりは、北山、丸山、岡山、紫竹山、山二ツ、石山、栗山、中野山、姥ヶ山、中山、牡丹山など山のつく地名として多数残っている。

一方、低平地は主に後背湿地からなり、その多くは砂丘間凹地に由来するものである。しかし、日本海東北自動車道の南側で、かつ亀田バイパスから信濃川にかけての範囲は、信濃川の蛇行により砂丘が削りとられたあとを河川堆積物が埋めたものである。

腐植土層の形成は、新たに砂丘が形成されたことによって、その内陸側に湿地や池沼が作られたことに大きく関係していると考えられる。したがって、砂丘列が何列も発達し、砂丘間凹地が多く分布する亀田郷は、腐植土層が極めて形成されやすい地形条件を備えていたといえる。

なお、この新潟砂丘(列)の形成は、越後平野の成立にあたり、次の点で大きな役割をはたした。一つは、この砂丘の形成によって越後平野の形・大きさが決まったこと。二つ目は、現在の海岸沿いに安定した厚い砂の地盤を堆積させ、生活の基盤となる土地を用意したこと。そして、三つ目は、排水の障害となって、内陸側に湿原や潟を多く形成したことである。しかし、広い低湿地帯が形成されたということは、逆に、干拓による広大な水田の開発を可能にし、今日の穀倉地帯の基盤を作ったと見ることもできる。

砂丘地周辺の低地の浅層部は、堆積した当時の地形的環境を反映し、砂・泥互層、泥層、泥炭(腐植土)層、砂

層など層相は多彩であるものの、5～10 m 以深では厚い砂層に変わることが多い。この砂層は 30～40 m の厚さを持ち、亀田郷全体に分布している。これは、亀田郷が新潟砂丘(列)の分布域とほぼ重なっているためと考えられる。このように、亀田郷の地下には、40 m 前後の厚い砂地盤が存在し、その表面は波打っており、高みが砂丘列、低みが砂丘間凹地にそれぞれ対応しており、この低みに腐植土層や粘土層が堆積しているものと解釈される。

3. 研究方法

「腐植土層の層厚分布図」は、次の手順で作成した。使用したボーリングデータは、「ほくりく地盤情報システム」に登録されているデータを基本としたが、それ以外に「2000 年版 20 万分の 1 新潟県地質図」と 2002 年発行の「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新潟農地事務所(当時)と新潟県農地部巻農地事務所(当時)によってそれぞれ収集された「亀田郷地区柱状図集(昭和 60 年 3 月)」、「西蒲原地区ボーリング柱状図集(平成 10 年 3 月)」を参照した。

1) 既存地質柱状図の閲覧

……研究対象範囲内のボーリングデータについて、1 孔ずつ調査位置と地質柱状図の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)

……腐植土層あるいは泥炭層と記載された地層の層厚を読み取り、その地点を 2 万 5 千分の 1 地形図(作業図)に落としてその脇に数値を記入する。腐植土層が 2～3 層に分かれて分布する場合は、それらの累値とした。対象とした深度は、おおむね 15 m(～20 m)までとする。

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 年に測量された 2 万 5 千分の 1 地形図や米軍撮影の空中写真、土地条件図、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) 層厚分布図の作成

……腐植土層の層厚区分を、0～1 m(薄橙色＝肌色)、1～2 m(薄紅色)、2～3 m(モーブ)、3 m 以上(赤紫色)の 4 ランクとし、天気図における等圧線を描く要領で等層厚線(コンターライン)を引く。なお、砂丘列 I～III についても、理解しやすいように、ココア色、つち色、淡黄土色にそれぞれ着色した。さらに、こうして作成した素図を 1/2 に縮小して 5 万分の 1 地形図に写し取り、層厚分布の概略図を作成した。

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

……既存の ^{14}C 年代データを収集・整理するとともに、新たに測定した ^{14}C 年代を加え、腐植土層の分布深度との関係について地質学的に考察する。

4. 研究成果

4.1 腐植土層の層厚分布図

亀田郷地区における腐植土層の層厚分布図を図-4.1 に示す。

この分布図からは、次の傾向が読み取れる。

- ① 腐植土層は亀田郷のほぼ全域にわたり、広範囲に分布する。
- ② 腐植土層の厚さはおおむね 1～3 m であり、1～2 m の分布範囲がもつとも広い。新砂丘 II-2(=山ニツ砂丘)と新砂丘 II-3(=紫竹山砂丘)の砂丘間凹地に形成された鳥屋野潟周辺では 2 m 弱である。4 m を超えて分布する箇所は、東区海老ヶ瀬東方の 4.95 m、江南区下早通東方の 4.90 m、同丸潟南方 4.40 m、同早通 4.20 m

など、いくつかのせまい範囲に限られる。これらの地点は、砂丘を刻んで発達した谷地形の奥部や砂丘列を横断する谷筋、あるいは信濃川や阿賀野川の蛇行侵食によってえぐられた窪地にあたる。

- ③ 腐植土層は1層のことが多いが、2～3層に分かれて分布していることもある。
- ④ 砂丘間凹地にあつては、砂丘列に並行するように、腐植土層の厚い部分が東北東－西南西方向に帯状に分布する傾向が見られる。
- ⑤ 新砂丘Ⅱ-3(=紫竹山砂丘)と新砂丘Ⅱ-4(=牡丹山砂丘)の砂丘間凹地では、堤間堆積物が概して薄く、腐植土層の層厚も1m未満のことが多い。しかも、堤間堆積物は東側に向かって一層薄くなるとともに、腐植土層の分布も消える。これは、西側ほど地盤の自然沈下量が大きいことを示唆している。

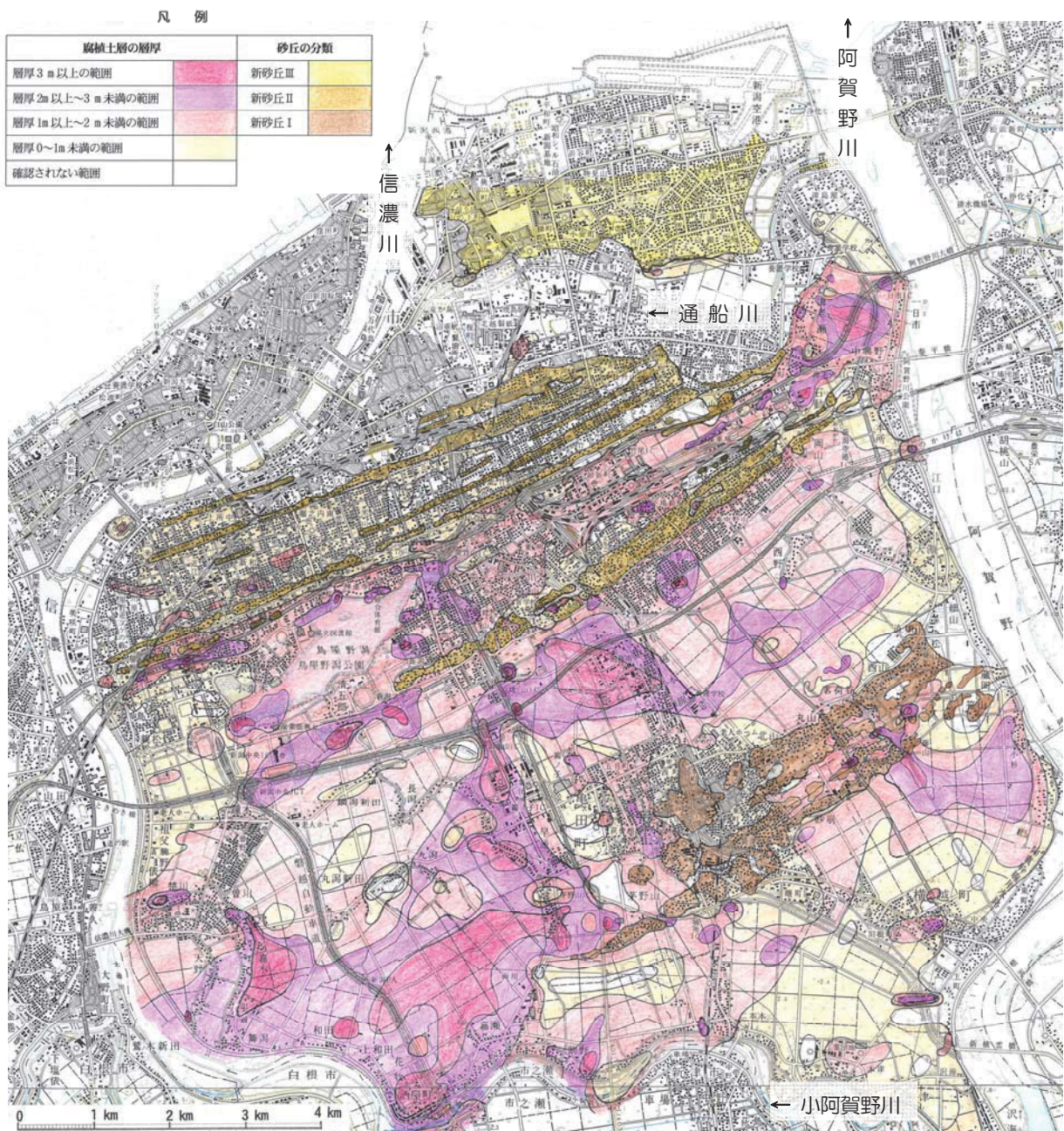


図-4.1 亀田郷における腐植土層の層厚分布図

(国土地理院発行 1/50,000 地形図新潟(平成 17 年)及び新津(平成 9 年)を使用)

4.2 腐植土層の性状

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2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63.5kgのドライブハンマーの自重だけで沈下)~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。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。

4.3 ¹⁴C年代測定結果

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のボーリングコアから採取された8点の試料について、¹⁴C年代値を測定した。測定地点及び測定結果を図-4.2、表-4.1にそれぞれ示す。



図-4.2 ¹⁴C年代測定試料採取地点位置図

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 (calBP)
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

4.4 腐植土層の層位分布と形成年代

1) 層位分布

亀田郷において、腐植土層の分布深度は、砂丘間凹地にあつては、現在の地表面から見ておおむね 5 m 以浅（標高で-1~-5 m 付近）である。ただし、近江・堀之内～女池・神道寺間（新砂丘Ⅱ-4～新砂丘Ⅱ-3の間）は、鳥屋野潟周辺（新砂丘Ⅱ-3～新砂丘Ⅱ-2の間）や中野山・姥ヶ山～亀田間（新砂丘Ⅱ-2～新砂丘Ⅰの間）及び亀田～横越間（新砂丘Ⅰより南側）に比べて、より浅い位置（標高-1~-3 m 付近）にある。

これに対して、信濃川の蛇行による侵食で形成された窪地に堆積したと考えられる、日東道の南側でかつ亀田バイパスより西側の範囲（早通～丸潟～天野、鐘木・長潟～和田・嘉瀬）では、5 m 以深（標高で-5~-9 m 付近）とやや深い位置に分布している。両者の違いは、堆積時の地形形状の違いを反映したものと考えられる。

なお、通船川沿いの阿賀野川旧河道や信濃川旧河道では、腐植土層の発達は貧弱で、あつても 1 m 未満のことが多く、分布も河渡や山木戸、上所（島）などに限られる。

2) 形成年代(¹⁴C 年代)

【砂丘間凹地について】

- ① 新砂丘Ⅰ（おそらくⅠ-3）と新砂丘Ⅱ-2の間では、茗荷谷における地表面下 1.71～2.77 m の層厚 1.20 m の腐植土層において、下底付近で 1,951-1,606calBP、上端付近で 1,179-892calBP、南中野山小学校の層厚約 3 m の腐植土層の下底付近で 2,211-1,737calBP である（鴨井ほか、2016）。
- ② 新砂丘Ⅱ-2と新砂丘Ⅱ-3の間では、上沼橋の地表面下 1.55 m～4.90 m に分布する層厚 3.35 m の腐植土層の上下端で、それぞれ 1,812-1,398calBP、2,540-2,347calBP を示す（鴨井ほか、2016）。
- ③ 新砂丘Ⅱ-3と新砂丘Ⅱ-4の間では、女池上山の地表面下 1.45～2.90 m 間に分布する層厚 1.45 m の腐植土層の上下端で、それぞれ 911-744calBP、2,162-2,040calBP である（鴨井ほか、2016）。

これらの資料から、砂丘間凹地では、暦年代で約 3,000 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 年前まで湿原環境が続いたものと推定される。

【信濃川による蛇行侵食域について】

- ① 亀田郷南端の亀鶴橋では、地表面下 8.90～11.35 m に分布する層厚 2.45 m の腐植土層の下底付近で 3,455-2,980calBP が得られている（鴨井ほか、2016）。
- ② 亀田早通では、腐植土層は 2 層に分かれて分布するが、そのうち下位腐植土層の下底付近（地表面下 7.80 m）で 3,350-3,210calBP、また上位腐植土層の下底付近（地表面下 5.58 m）で 2,309-2,221calBP が得られている（表-4.1）。
- ③ 亀田郷西南端の天野では、地表面下 5.70～8.50 m に分布する層厚 2.80 m の腐植土層の下底付近及び上端付近でそれぞれ 3,276-3,171calBP、781-690calBP が得られている（表-4.1）。

これらの資料からは、亀田郷南西部の信濃川による蛇行侵食域では、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 年前まで湿原環境が続いていたと推定される。

5. まとめと今後の予定

5.1 本事業の成果

本事業で得られた新知見及び成果を以下にまとめる。

- 1) 「ほくりく地盤情報システム」に登録されているボーリングデータをもとに、亀田郷の地下に分布する腐植土層

について、層厚を0～1 m、1～2 m、2～3 m、3 m以上の4ランクに分けて「腐植土層の層厚分布図」を作成し、亀田郷における腐植土層の分布実態をはじめて明らかにした。

- 2) 腐植土層は亀田郷のほぼ全域にわたって広範囲に分布する。これは、亀田郷に砂丘間凹地や氾濫原低地が広く発達し、湿地や池沼が形成されやすい地形環境にあったためと考えられる。
- 3) 亀田郷に分布する腐植土層の厚さは、おおむね1～3 m、最大5 m弱である。3 mを超える範囲は比較的せまく、スポット的に現れる。
- 4) 砂丘間凹地に堆積する腐植土層は、おおむね地表面下5 m以浅に分布している。ただし、新砂丘Ⅱ-3と新砂丘Ⅱ-4には含まれた範囲(近江・堀之内～女池・神道寺)では、堤間堆積物が薄く、腐植土層は地下3 m以浅に分布し、厚さは1 m未満のことが多い。
- 5) 日本海東北自動車道より南側で、かつ亀田バイパスより西側の範囲(鐘木～鍋湯新田～長湯～早通とつながる自然堤防より南西側の部分)、すなわち信濃川の蛇行侵食により砂丘列が削られた範囲では、地表面下3～8 mとやや深い位置に分布している。
- 6) 腐植土層のみかけには、繊維質泥炭と粘土質泥炭の2とおりがある。砂丘間凹地の腐植土層の多くは、繊維質泥炭である。腐植土層のN値はほとんどが0(自沈)～1であるが、深度5 m以深に分布する場合や上位に砂層を載せる場合には3前後とやや高めの値を示す。
- 7) 腐植土層の堆積年代を明らかにするため、新たに入手した8試料について¹⁴C年代を測定した(表-4.1)。既存資料と合わせると、亀田郷における腐植土層の堆積は、暦年代で約3,200～3,000年前に開始され、約2,000年前に大きく拡大し、約800～700年前まで続いたことがわかった。
- 8) 信濃川による右岸側砂丘列(新砂丘Ⅰ及び新砂丘Ⅱ-1)の侵食は、約4,000年前ころまでに終了し、やがてヤマトシジミ(試料採取位置標高-11.55 m、¹⁴C年代値=3,920-3,817calBP(約3,900年前))が生息するような汽水性の潟が形成され、その後、約3,200年前になって水深が浅くなり、湿原となって腐植土層が堆積を開始したと考えられる。

5.2 今後の予定

本研究により、亀田郷に分布する腐植土層の分布状況(層厚分布、分布深度、堆積年代等)について、多くの新知見が得られた。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、越後平野の形成史(生い立ち)を明らかにしていきたいと考える。

《引用文献》

- 1) 鴨井幸彦(2013)防災・減災の決め手は土地(地形・地盤)条件に合った土地利用にあり。地盤工学会誌、61(3)、22-25。
- 2) 鴨井幸彦・田中里志・安井賢(2006)越後平野における砂丘列の形成年代と発達史。第四紀研究、45(2)、67-80。
- 3) 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。
- 4) 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。
- 5) 新潟県地盤図編集委員会編(2002)新潟県地盤図および説明書。(社)新潟県地質調査業協会、66p。
- 6) 新潟県農地部新潟農地事務所(1985)亀田郷地区柱状図集。
- 7) 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。