

〔報告〕 津波被災資料に付着した汚れの成分分析と その由来

佐野 千絵・赤沼 英男*

1. はじめに

2011年東北地方太平洋沖地震に伴う津波で被災した陸前高田市立博物館文書類の安定化処理は、7年を経て平成29年度末で被災資料約46万点のうち約19万点の処置を終了した状況である。津波被災紙資料は海水・汚泥等が付着し、脱塩に加え洗浄が必要で、安定化処理後の紙資料から異臭が発生することもある¹⁾。

筆頭著者の所属する東京文化財研究所は、安定化処理及び修理した資料に残存する異臭を発生する資料及び安定化処理を施していない資料から発せられる有害物質の状況について調査し、保管及び安定化処理等の進め方について改善方法を提案する目的で、2017年度に陸前高田市博物館の環境について、温湿度、空気質、微生物、処置水の水質などについて包括的な調査研究を進めた。この事業の中で資料からの異臭の発生源として、津波被災資料の汚れについて詳細に検討する必要性が生じた。

津波被災資料に付着した汚れについて、汚れ落としのための中性洗剤による洗浄と脱塩作業を中心に、安定化処理を進めてきた。中性洗剤による洗浄工程は「脱脂」と呼ぶが、これは処理のために水に浸漬すると、皮膜のようなものが水面に浮かぶことから油脂と思い名づけたもので、汚れの成分については化学的には検討していない。

地震後の津波堆積物に関する研究報告事例としては、土壌処理や健康リスク管理のための特性の把握が諸団体により行われており、塩分濃度・電気伝導度や重金属成分²⁾、物理化学的性状についての試験³⁾、被災地の臭気問題の現地調査⁴⁾が行われている。文献2には宮城から岩手にかけて沿岸堆積物の性状が報告されているが有機物成分の報告はない。文献3では宮城県南部の津波堆積物の報告で、沿岸部の砂では強熱減量が1%程度であるのに対して、一次仮置場の分別土では強熱減量7～8%、田圃土壌に堆積した津波表土では強熱減量13%と、有機物の含量が増加することが示されている。文献4では陸前高田市の津波堆積物からの臭気についても調査が及んでおり、津波堆積物は地域によって物理的・化学的性状が異なり有機物を多く含むものは腐敗して臭気発生源となることが指摘されている。

津波堆積物の研究報告で含有される有機物成分について言及した文献は見つけられていないが、港湾内⁵⁾や河岸⁶⁾の底質堆積物中の有機成分についての報告例がある。文献5では安来港内部の岸から100 m 弱の位置（水深4.4 m）のグラビティーコアサンプル（直径8 cm、長さ60 cm）を2 cm ごとにスライスした18試料について、CN 同時分析装置で分析した結果が報告されている。それによると、堆積物の有機炭素濃度は最上部がもっとも高く5.5%で、深度が増すにつれて減少し、深度50 cm で3%弱になり、東京湾や浜名湖での報告値に近い。N 濃度は最上部で0.6%、深度50 cm で0.3%弱、C/N 比（有機炭素/全窒素モル比）の深度プロファイルは深度によらずほぼ一定で10～13で、この値から植物プランクトンが主な供給源であ

*岩手県立博物館

ろうと結論づけている。文献6では太田川市内派川である京橋川の有機泥堆積物について検討されているが、人口増加に伴う未処理下水放流による河岸のヘドロ化が1 cm/年で進んでいる場所で、嫌気性消化による有機泥のヘドロ化（還元化、酸性化）について詳細に報告されている。下水汚泥では易分解性である不安定な有機物（多糖類、タンパク質、脂質等）の総量に対して油脂類の占める割合が大きいとのことで、下水の放流口とサンプリング場所との距離、放流からの経過時間により、油脂類が輸送途中で分解されやすいことを指摘している。また、藻類等を起源に持つ不安定有機物では油脂含有率が少ないこと、有機泥に含まれる有機物の種類は有機泥の形成、起源に強く依存することを述べている。

以上の先行研究から、陸前高田市で被災した資料の汚れの成分について報告がなく、地域性が高いと推定された。そこで本報告では、陸前高田市博物館被災資料の安定化処理の改善に役立てるとともに、今後、他の場所で被災があった場合に应用可能になるよう、その汚れの由来について検討した。



図1 砂が付着した状態で真空凍結乾燥処理を受け保管された資料例

2. 試料の来歴と試験方法

2-1. 汚れの付着した泥サンプルの収集

まず資料の被災状況について概括する。陸前高田市の市街地は気仙川河口の西岸に位置し、田湾に面し、市街地から気仙川をはさんだ南方には水産加工工場が立地していた長部漁港がある。分析に用いた泥試料は、陸前高田市立博物館2階収蔵庫内から救出された教科書群である。教科書群はプラスチック製衣装ケースに収納されていたが、周辺の収納ケースすべてに土砂やヘドロを含む海水が浸入し、救出時点では、ケース内の教科書群は多量の海水を含み、表面には土砂やヘドロが固着し異臭を放っていた。教科書群は救出後、仮設陸前高田市立博物館に搬送され廊下に並べられ、支援機関から提供された扇風機で乾燥措置が施された。

陸前高田市立博物館被災文化財等保存修復施設において、安定化処理に入る段階で行う「乾式での泥落とし」の泥を回収してサンプルとした。分析に用いた泥試料は、同一の衣装ケース内に収納されていた約20冊の教科書から採取されたものであるが、被災及び採取状況をふまえると、陸前高田市博物館で被災した資料の平均的な被災状況を反映していることは間違いないと考える。泥と呼んでいるが真空凍結乾燥されて保管しており、そのほとんどは海砂のように粒状の形態をしている。一部は書籍や紙面に食いついて容易に除去できないものもある。修復作業の方々に依頼し、マスク・手袋装着の上、汚染のないように注意してブラシや刷毛で泥サンプルをビニール袋に収集した。最終的に約110 gの泥サンプルを回収した。

委託分析に出す際には、0.9 mm メッシュの篩をかけて、大きなゴミを取り除いた。

2-2. 泥サンプルの成分分析

2-2-1. 一般成分

食品成分との比較ができるよう、まず一般成分として、水分、タンパク質、脂質、炭水化物および灰分について測定した（委託先：株式会社 島津テクニサーチ）。使用した泥サンプルの重量は約50 gである。測定法は、日本食品標準成分の測定法と同じである。概要を以下に示す。

イ 水分 常圧加熱乾燥法（105℃，2時間）

ロ タンパク質

全窒素（燃焼法）の結果に、「窒素-たんぱく質換算係数」の「上記以外」の換算計数6.25を乗じて算出⁷⁾

ハ 脂質 ジエチルエーテルによるソックスレー抽出法

ニ 炭水化物

差し引き法（水分、たんぱく質、脂質及び灰分の合計(g)を100 gから差し引く）

ホ 灰分 直接灰化法(550℃，恒量)

2-2-2. 遊離糖・構成糖，遊離アミノ酸・構成アミノ酸，脂肪酸の分析

遊離糖・構成糖，遊離アミノ酸・構成アミノ酸，脂肪酸の分析を委託で実施した（委託先：株式会社 島津テクニサーチ）。各分析結果は、泥1 g中の含有量に換算した。

イ 糖

遊離糖の前処理は、泥サンプル2 gに水10 mLを添加し、30分間超音波抽出し、上澄みをフィルターろ過したものを分析に供した。

構成糖の前処理は、酸加水分解等の前処理をして分析した。泥サンプル100 mgに7.4 N硫酸500 μ Lを加え、減圧下で密閉し、加温（100℃，2時間）した。反応液を8 N水酸化カリウム溶液で中和し、水を加え10倍希釈したものを分析に供した。

分析には、還元糖分析システムを用いた。カラムはShim-pack ISA-07/S2504（250 mmL \times 4.0 mmID.），ガードカラムISA（50 mmL \times 4.0 mmID.）を用いた。移動相はA液は0.1 mol/L ほう酸カリウム緩衝液（pH8），B液には0.4 mol/L ほう酸カリウム緩衝液（pH9）を用いた。50分かけてB液が0 \rightarrow 100%，15分間維持，25分かけてB液が100 \rightarrow 0%となるタイムプログラムによるグラジエント法でおこなった。流量は0.6 mL/min，温度65℃で，試料注入量は50 μ Lである。

検出はポストカラム誘導体化法で，試薬は1%アルギニン3%ほう酸，流量は0.5 mL/min，温度150℃で，検出器は島津分光蛍光検出器 RF-10A_{XL}を使用した。励起波長320 nm，蛍光波長430 nm，レスポンス 1.5秒，ゲイン \times 4，感度：低で行った。

定量用糖標準溶液は，スクロースは50~500 mg/L，その他は5~50 mg/Lの濃度に調整し，分析して得られた面積値から検量線を作成し定量した。アラビノースとフルクトースは分離不十分のためフルクトースのみ別に調整し，50 mg/L濃度の1点検量線を作成，定量した。

ロ アミノ酸

前処理として，遊離アミノ酸ではデイスパーザル遠沈管に測り取り，試料希釈液2 mLを加え，ボルテックスミキサーで攪拌後，超音波抽出した（30分），遠心ろ過（ULTRAFREE-MC，13,400 rpm，3分）し，分析試料を得た。

構成アミノ酸は，塩酸で加水分解した。6 N塩酸500 μ Lを加え，脱気密閉し，加温（110℃，22時間）した。N₂パージにより乾固し，試料希釈液500 μ Lで再溶解し，遠心ろ過

(ULTRAFREE-MC, 13,400 rpm, 3分)した。試料希釈液で10倍希釈し、分析用試料を得た。

Na型イオン交換カラム Shim-pack Amino-Na (100 mmL × 6.0 mm I.D.) にアンモニアトラップカラム ISC-30/S0504 Na (50 mmL × 4.0 mm I.D.) をつけて分離し、移動相は島津アミノ酸移動相キット Na型 (A, B クエン酸ナトリウム緩衝液, C 水酸化ナトリウム) を使い、グラジエント溶出 (高分離モード) した (流量0.4 mL/min, 温度60 °C)。注入量は遊離アミノ酸では10 μL, 塩酸加水分解させた構成アミノ酸では5 μLである。

検出は、o-フタルアルデヒド (OPA) と反応させ、ポストカラム誘導体化法により蛍光検出した。島津アミノ酸分析キット OPA 試薬を使い、A液は次亜塩素酸ナトリウムを含むアルカリ溶液、B液は OPA, N-アセチル-L-システインを含むアルカリ溶液である。流量各0.2 mL/min, 温度60 °Cで、検出には分光蛍光検出器 RF-20Axs を使用した。レスポンス: 0.5秒, 励起波長350 nm, 蛍光波長450 nm, ゲイン×1, 感度: 低 で実施した。

定量用標準試料溶液は、アミノ酸混合標準液 H型を試料希釈液 (クエン酸ナトリウム緩衝液 pH 2.2) で希釈して分析し、面積値から各成分の検量線を作成した。

ハ 脂肪酸

泥サンプル10 gを50 mL ガラス製遠心管に、内部標準溶液5 μL および n-ヘキサン20 mL を入れて振とうした (200回/分, 30分)。遠心分離 (2,500 rpm, 5分) 後、上澄み液1を分取した。試料残渣に n-ヘキサン10 mL を加えて15分間振とうし、遠心分離して得た上澄み液を上澄み液1と合わせて抽出液とした。同じ操作をもう1回繰り返した。抽出液をろ過後、減圧濃縮、窒素パージ下で溶媒を除去し、n-ヘキサン1 mL を加え、分析用試料溶液とした。

定量用標準試料溶液は、トリオレイン5000 μg/mL ピリジン溶液を n-ヘキサンで希釈して、5 μg/mL, 10 μg/mL, 25 μg/mL, 40 μg/mL, 50 μg/mL の濃度の溶液を調整した。各1 mL に内部標準溶液5 μL を加え、GC (島津 GC-2010PlusAF) で測定し内部標準法で検量した。内部標準には、トリカブリン8 mg/mL ピリジン溶液を使用した。トリグリセライドの検出パターンの確認はなたね油1.1 mg/mL ヘキサン溶液で確認し、定量下限値は0.5 μg/gである。

カラム Rtx-65 (液相の膜厚0.10 μm, 15.0 mL × 0.25 mm I.D.) を使い、オープン温度は50 °Cで1分保持し、15 °C/分で370 °Cまで昇温、370 °Cで5分保持し、その後-10 °C/分で冷却し200 °Cまで下げる温度プログラムを使用した。検出器は FID を使用し、検出器温度380 °C, メイクアップガスにはヘリウムを使用しメイクアップ流量30 mL/分, 水素流量40 mL/分, エア流量400 mL/分であった。

3. 結果

3-1. 一般成分分析結果

測定結果を表1に記す。一般成分分析から算出した C/N 比は5.2で、文献5によるとその起源は植物性プランクトンの可能性があるとのことである。放流下水に比べて脂質は著しく少なく、すでに分解され低級脂肪酸になり水に可溶になったものと推定された。

表1 一般成分の結果 単位 (%)

測定分析項目	測定分析結果
水分	3.9
粗タンパク	1.5
脂質	0.1
炭水化物	7.8
灰分	86.7

3-2. 遊離糖・構成糖, 遊離アミノ酸・構成アミノ酸, 脂肪酸の分析

3-2-1. 遊離糖・構成糖

結果を表2に示す。遊離糖はすべてNDであった。構成糖のトータルは3.5 mg/gで、一般成分分析で得られた炭水化物量に比べて、加水分解しやすく一般細菌や真菌が容易に利用できる糖の量はすでに少なくなっていることが新たにわかった。

3-2-2. 遊離アミノ酸・構成アミノ酸

表3にアミノ酸分析結果を記す。1 gの泥サンプルに対して、遊離アミノ酸で4.25 mg, 構成アミノ酸で11.42 mg含有していることがわかった。バクテリアやカビなどが利用しやすい栄養物があり注意が必要である。

3-2-3. 脂肪酸

トリグリセリドは検出できず、遊離脂肪酸, 構成脂肪酸ともにすべてND(検出限界以下)であった。しかしヘキサン抽出液のクロマトグラム(図2)には、多数のピークが見られ、低極性の化学物質が存在することが分かった。直鎖脂肪酸などの可能性もあるので、他の手法で今後検討する予定である。一般成分分析で脂質が少ない結果と対応しており、すでに分解を受けて低級脂肪酸となった可能性を支持する結果である。

4. 考察

津波により海水と混合された底質堆積物(汚泥)は、川を通して陸域の生物遺体と海産物の腐敗で生じると考えられる。陸前高田市の広田湾には気仙川と早川が注ぎ、陸前高田市のホームページによると、広田湾漁業協同組合の水産物水揚げ高⁸⁾は平成22年度には表4の通りであった。わかめ、こんぶなどの昆布類, かき, ほたて, ほや, いしかげ貝などの貝類が主要な水産物である。平成23~28年度にはさけ・ます増殖事業も実施され、気仙川で3~5万尾捕獲され、定置網の捕獲数も多い。

広田湾の水産物の状況を勘案し、文部科学省がまとめた「日本食品標準成分表2015年版(七

表2 糖の分析結果 単位 (mg/g)

	構成糖	遊離糖
スクロース	<0.80	ND
セロビオース	<0.10	ND
マルトース	<0.15	ND
ラクトース	<0.10	ND
ラムノース	0.26	ND
リボース	0.04	ND
マンノース	0.56	ND
フルクトース	<0.15	ND
アラビノース	0.61	ND
ガラクトース	0.55	ND
イソマルトース	<0.15	ND
キシロース	0.44	ND
グルコース	1.04	ND
total	3.5	

表3 アミノ酸の分析結果 単位 (mg/g)

	構成アミノ酸	遊離アミノ酸
asparatic acid	1.61	<0.03
threonine	0.73	0.09
serine	0.72	0.16
glutamic acid	1.47	0.63
proline	0.58	0.22
glycine	10.3	0.79
alanine	0.82	0.22
cystine	<0.003	<0.05
valine	0.7	0.09
methionine	<0.001	<0.03
isoleucine	0.44	<0.03
leucine	0.75	<0.03
tyrosine	<0.005	<0.07
phenylalanine	1.23	2.05
histidine	0.28	<0.03
lysine	0.49	<0.03
arginine	0.57	<0.04
total	11.42	4.25

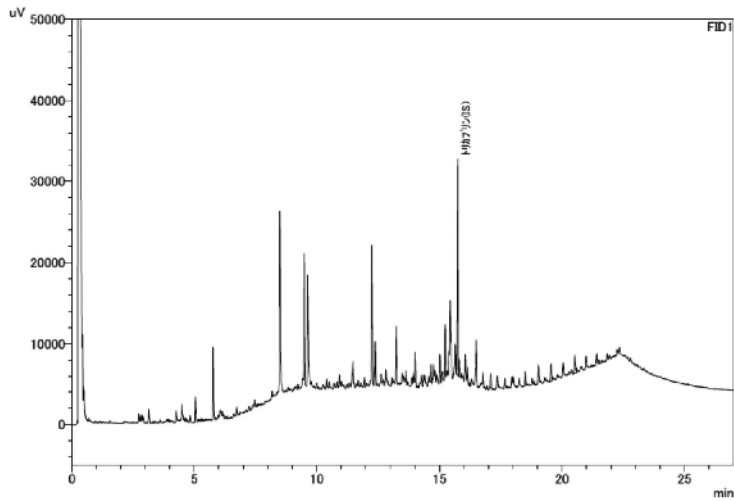


図2 ヘキサン抽出液のガスクロマトグラム

表4 養殖等水産物水揚高調（広田湾漁業協同組合）

種類		平成22年度
		生産量 (kg)
わかめ (生, ボイル塩蔵他)		625,296
こんぶ	養殖 (生, ボイル塩蔵他)	480,423
	天然 (干)	2,087
かき	むき身	204,556
	殻付 (単位:粒)	4,241,582
ほたて(養殖)		286,744
あわび	天然	22,228
	養殖	3,466
うに (天然)		8,083
ほや (養殖)		212,219
いしかげ貝		37,904

訂)」⁹⁾から水産物（生食皮付き魚類等）アミノ酸成分データを参照データとして抽出した（表5）。表中の「アミノ酸構成によるタンパク質」とは、各アミノ酸量から、アミノ酸の脱水縮合物の量（アミノ酸残基の総量）を算出したものである。

泥から検出された構成アミノ酸と表5のデータを用いて、最も似ている組み合わせから順番にまとめてクラスターにしていく方法である階層クラスター分析を、R言語で行った（図3）。クラスター間の距離測定方法には、分類感度が良いとされるウォード法を用いた。コーフェン相関係数は0.617であった。

図3の結果から、魚類とは全く似ていないこと、泥に付着した汚れの構成アミノ酸成分組成は貝類と昆布類の間となるがクラスター間距離はやや離れていることがわかった。このことから陸前高田市の広田湾の主要海産物である貝類や昆布と、付着した汚れのアミノ酸組成には相関が見られるものの、分解の進んだ状態にあるものと考えた。津波は底質堆積物を巻き込んで

表5 解析に利用した魚類・貝類・昆布類のアミノ酸構成⁹⁾ 単位 (mg/100 g)

	あいなめ	まあじ	あゆ	まいわし	さんま	あわび	ほたて	かき	うに	ほたる いか	どじょう	わかめ	こんぶ	とり貝 斧足	さけ	ます
アミノ酸構成による タンパク質	15.8	16.4	14.7	16	15.6	9	9.8	4.6	12	7.6	13.2	1.4	6.7	9.9	16.6	17.3
イソロイシン	0.88	0.85	0.72	0.88	0.83	0.39	0.45	0.22	0.6	0.46	0.73	0.084	0.29	0.54	0.95	0.96
ロイシン	1.5	1.5	1.3	1.5	1.4	0.71	0.78	0.37	0.9	0.7	1.2	0.16	0.52	0.89	1.6	1.6
リシン	1.8	1.8	1.6	1.7	1.6	0.55	0.8	0.4	1	0.7	1.3	0.11	0.37	0.92	1.8	1.9
メチオニン	0.59	0.58	0.55	0.56	0.56	0.22	0.29	0.14	0.4	0.33	0.45	0.048	0.14	0.33	0.62	0.65
シスチン	0.22	0.2	0.18	0.18	0.21	0.14	0.18	0.081	0.3	0.21	0.17	0.019	0.18	0.19	0.22	0.24
フェニルアラニン	0.75	0.78	0.69	0.79	0.74	0.31	0.4	0.22	0.5	0.41	0.65	0.094	0.32	0.42	0.83	0.82
チロシン	0.64	0.67	0.59	0.64	0.63	0.3	0.33	0.18	0.6	0.37	0.48	0.048	0.16	0.39	0.75	0.7
スレオニン	0.84	0.89	0.77	0.88	0.84	0.41	0.51	0.26	0.6	0.4	0.68	0.088	0.36	0.52	0.85	0.92
トリプトファン	0.21	0.22	0.2	0.21	0.22	0.096	0.1	0.058	0.2	0.12	0.16	0.033	0.095	0.12	0.21	0.23
バリン	0.97	0.96	0.84	1	0.95	0.43	0.47	0.25	0.7	0.49	0.82	0.11	0.4	0.56	1.1	1.1
ヒスチジン	0.52	0.78	0.54	0.99	1.2	0.15	0.25	0.13	0.3	0.24	0.36	0.038	0.14	0.23	0.54	0.57
アルギニン	1.2	1.2	1.1	1.1	1.1	1.1	0.91	0.34	1	0.6	1	0.091	0.27	0.91	1.2	1.3
アラニン	1.1	1.2	1.1	1.2	1.1	0.71	0.61	0.36	0.8	0.49	1	0.13	0.59	0.65	1.3	1.2
アスパラギン酸	1.9	1.9	1.7	1.9	1.8	1	1.1	0.57	1.1	0.91	1.6	0.18	1	1.2	2	2.1
グルタミン酸	2.8	2.8	2.5	2.7	2.5	1.7	1.6	0.84	1.5	1.1	2.1	0.21	1.8	1.7	2.8	3
グリシン	0.97	1.1	1.1	0.92	1	1.2	1.7	0.36	2	0.48	1.2	0.11	0.41	1.1	0.94	1.1
プロリン	0.67	0.75	0.73	0.65	0.7	0.61	0.36	0.29	0.5	0.46	0.75	0.077	0.43	0.37	0.71	0.74
セリン	0.74	0.79	0.72	0.75	0.73	0.51	0.48	0.25	0.6	0.36	0.65	0.084	0.32	0.47	0.88	0.81
ヒドロキシプロリン	0.14	0.11	0.17	0.088	0.09	0.072	0.077	0.037	0	0.067	0	0	0	0.073	0.04	0.15

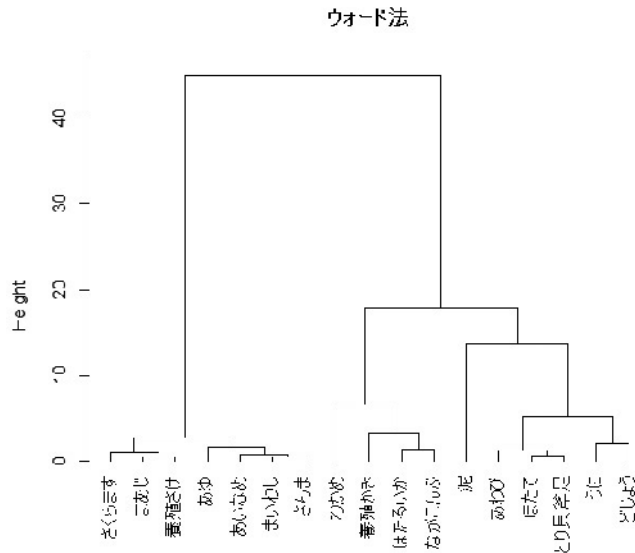


図3 海産物、陸生生物等のアミノ酸構成と比較した泥サンプルのクラスター分析結果

水損させることから、付着した汚れの成分と、底質堆積物の主な原因である主要水産物に関係があることは妥当であると考えられる。

5. まとめ

以上の結果から、津波被災資料の汚れについてタンパク質汚れが中心であることがわかった。現在、脱脂の工程では中性洗剤を使用しているが、タンパク質分解能力のより高い洗剤で中性の商品を探索中である。また重要な資料の修復にあたってはタンパク質分解酵素の利用など、洗浄剤や洗浄方法の改良に生かすことができる重要な情報が得られた。

また津波による資料汚損が広田湾の主要水産物の影響を受けていることがわかった。津波のような周辺環境を攪乱する災害の場合、被災状況はその周辺の環境や底質堆積物の性状に大きく依存することが明確となり、今後の安定化処理の改善はもとより、類似の自然災害発生後のレスキューや緊急処置を円滑に進めるうえで、きわめて重要な基礎情報が得られた。

【謝辞】

泥サンプルの改修にあたり、陸前高田市博物館被災文化財等保存修復施設の皆様にお世話になりました。心より御礼申し上げます。また、本研究は陸前高田市受託事業「津波資料有害物質発生状況調査業務」によるものです。

参考文献

- 1) 佐野千絵、内田優花、赤沼英男：津波被災紙資料から発生する臭気の分析と発生メカニズムの推定、保存科学、56、pp.121-133 (2017)
- 2) 駒井武、川辺能成、原淳子、坂本康英・張銘：東日本沿岸における津波堆積物の性状に関する

- 緊急調査—津波堆積物に起因する土壌汚染リスク—、GSJ 地質ニュース Vol.1 No.6 181-184 (2012)
- 3) 今村眞一郎、西田秀紀、佐藤靖彦：東日本大震災における津波堆積物の調査報告、西松建設技報 Vol.35 1-6 (2012)
 - 4) 樋口能士、樋口隆哉、祐川英基、村上栄造、増田淳二：東日本大震災における被災地の臭気問題に関する現地調査、におい・かおり環境学会誌 Vol.43 No.5 335-363 (2012)
 - 5) 武邊勝道、大屋誠、三村耕一、杉谷健一郎、山本鋼志、亀谷均、高田龍一、吉田英一：中海安来港内の有機物に富む堆積物（ヘドロ）とその間隙水の化学組成、名古屋大学博物館報告、No.22、19-29 (2006)
 - 6) 日比野忠史、中本健二、廣中伸孝、樋野和俊：アルカリ剤造粒物により浄化された河岸ヘドロの有機物特性評価、土木学会論文集 B3 (海洋開発)、Vol.70、No.2、I_1110-I_1115 (2014)
 - 7) 表7 窒素—タンパク質換算係数 https://fooddb.mext.go.jp/nutman/nutman_03.html#tb07 (参照：2018-11-15)
 - 8) 岩手県陸前高田市 水産の概要 <http://www.city.rikuzentakata.iwate.jp/kategorie/sangyou/suisan/gaiyou/suisan-gaiyou.html> (参照2017-12-10)
 - 9) 文部科学省：第2章 魚介類 日本食品標準成分表2015年版（七訂） http://www.mext.go.jp/component/a_menu/science/detail/_icsFiles/afieldfile/2017/12/20/1365343_1-0210r11.pdf (参照2017-12-10)

キーワード：津波被災紙資料 (paper documents damaged by tsunami)；泥 (mud)；アミノ酸 (amino acid)；糖 (sugar)；脂肪酸 (fatty acid)

Analysis of Nutrients Extracted from Paper Documents Damaged by Tsunami, Their Origin and Treatment

Chie SANO and Hideo AKANUMA*

The number of paper documents damaged by tsunami that accompanied the Great East Japan Earthquake in 2011 is enormous. Those documents have been covered with mud which contains uncertain nutrients. The present paper reports on those nutrients which were extracted from mud on damaged papers.

After extraction with appropriate solvents, triglycerides, sugars and amino acids were quantified by gas-chromatograph / mass spectrometer. As a result, triglycerides were not found by the method which was used this time, but many segments were observed in the total ion chromatograph. A slight amount of sugars were found. Many amino acids which constitute organisms were also found. As a cluster analysis, they might be a mixture of decomposed kelps and shellfishes.

From the above observations, it may be said that paper documents damaged by tsunami are covered not only with mud and salt but also with proteins from organisms. For this reason, they need to be cleaned by neutral detergent.

*Iwate Prefectural Museum