

環境システム学としての災害科学

Disaster Science as a Environmental Systems Science

木村 智博⁺
Tomohiro KIMURA⁺

ABSTRACT: Recently, conferences related environmental issues are held, and public interested in these topics. Also, academic society connected environmental affairs are established, reporter enroll as a member, but I regard environmental science so far systematic that hold concept of disaster prevention. I review environmental science which correlate disaster science for example, global warming, waste management and geotechnical engineering.

Since, Great Hanshin Earthquake, earthquake engineer pursue to predict quantity of rubble, to develop recycling of debris. Also COP3, global warming are focused, many researchers analyze sea level rise, weather modification such as increasing of typhoon and alluvion, suggest mitigation. Whereas, environmental scientists are prone to disregard disaster, still writer don't participate association which concentrate on disaster.

Then, I report is closely related via conferences, documents and topics. The purpose of this manuscript is proposed, that almanac for researchers and concerns, same as manual of enlightenment for public.

*Key Words: Global Warming, Waste Management, Disaster Science
Geotechnical Engineering, Documents Survey, Enlightenment*

1. 緒言 — 本報告の位置付け —

昨今では環境問題を扱った会議が多く開催され、一般市民の関心も高く、活発な議論が行われている。一般の関心を反映してか、環境科学関連の学会の創設も相次ぎ、マスコミ関係者が会員に登録する例も増加している。しかしながら、広い視点で有機的に論じる学問体系である環境システムで捉える場合、環境科学に欠けている視点がある。本論考ではこの欠けている点を補うべく、展開する。

阪神大震災を契機に地震工学者が災害廃棄物に目を向けるようになり、瓦礫の発生予測は勿論、有効利用法の技術開発に関心を示している。さらに1997年12月に京都で開催されたCOP3を見るまでもなく、温暖化に伴う海水面の上昇も懸念され、沿岸域管理にミティゲーションの方向性を持たせた取り組みが行われている。また温暖化による気象改変で、降水、台風等の増加に備え、河川管理に適用可能な出水（流出）モデルの構築も盛んに行われる等、災害科学者の環境問題に対する知識欲が高い。一方、土木・建築学会の環境研究者を除く環境科学者は概して災害について無頓着な場合が多い。しかも災害関連学会は環境関連学会と異なり、マスコミの人間が殆どいなく、社会還元の意味では不利な状況にある。

そこで本論では環境科学と災害科学の相互理解・融合の橋渡しを行うべく、双方の関連性のレビュー、種々の会議、報告書等を紹介し、異分野の人向けの情報源となることを目指す。比較的身近な気象、生態学、廃棄物等は各層から参集しているが、土木、建築、地盤工学等は会員の大半が専門家で占められている。災害についての関心を呼ぶためには環境問題からのアプローチも必要で、本論ではこの問題意識を用いて、環境システム学としての青写真を示し、同時に社会との接点の持ち方を探る。

具体的には先ず、温暖化と気象災害、特に1998年8月の北陸地方を襲った集中豪雨を扱い、認識を新たにしてもらうことを目的に、新潟県土木部撮影の写真を最後に示す。これを受け、土砂災害を取り上げ、環境科学と密接に関連する災害科学についてレビューする。さらに地盤工学に移行し、土壤環境の面で注目された阪神大震災後の環境汚染に触れ、同時に廃棄物問題も眺める。所謂、文献解題が中心であるが、災害・環境双方の視点を持ち合わせるための情報源が少ない現状に危機感を募らせ、事態の改善を目指して執筆した。

⁺ 新潟大学積雪地域災害研究センター

⁺ The Research Institute for Hazards in Snowy Areas, Niigata Univ.

2. 温暖化に伴う種々の災害

COP3後に温暖化に関する話題が少なくなった印象を受けるが、温暖化に伴う被害が甚大である点を認識しなくてはならない¹⁾。温暖化に伴い空気が熱せられ、雷、CISK等の集中豪雨が頻発する。同時に海水温も上昇し、台風の大形化、増加が懸念される。台風は海水温が26℃以上で発生条件であり、28℃以上で発達傾向にある。またエル・ニーニョ、ラ・ニーニャの発生にも関係すると見る向きもある。

この温暖化にはコンクリート構造物の林立にも関係し、これは潜熱、顕熱の概念で捉えれば容易に理解出来る。コンクリート構造物が多くなると、水の涵養機能が失われ、水害に拍車をかけることになる。ここで激甚災害に指定された新潟の8.4水害を眺める。

8.4水害は死者を出す惨事となった。8月に入ってから新潟県内では降雨が続き、日照不足となった。8.4水害の気象状況は太平洋高気圧が弱く、南の海上には熱低があり、東北南部から北陸にかけて梅雨前線（停滞前線）がかかっていたため、大気の状態が非常に不安定であった。太平洋高気圧が弱いため、前線が停滞しやすくなり、そのため、降雨が長期間にわたって続くことになった。ここで降水量を示す。

表-1. 8.4水害での降雨量

地区	観測所	時間最大雨量	最大24時間雨量	累計雨量
新潟市	新潟地方気象台	64mm (4日3~4時)	266mm (3日19時~4日19時)	266mm
新潟市	山の下	77mm (4日5~6時)	304mm (3日14時~4日14時)	304mm
新潟市	新潟土木	61mm (4日3~4時)	247mm (3日14時~4日14時)	247mm
笹神村	大宮	71mm (4日4~5時)	267mm (3日14時~4日14時)	290mm
両津市	久知川ダム	64mm (4日6~7時)	301mm (3日14時~4日14時)	301mm

この水害で死者1人、負傷2人、全壊家屋1、半壊1、床上浸水2160、床下浸水12270棟であり、越後線の路盤が崩壊、線路が宙ずりとなった。この写真は各紙の一面トップで使われており、周知なので、8月5日に筆者が撮影したものを示す。斜面崩壊が甚大で、安定工法、盛土の締め固めの必要性が再認識された。

こうした災害の引き金は断続的な降雨で、このことは4日3時と5時の雲画像からも明白である。c bが停滞している様子が示され、新潟地方気象台では3時25分から4時25分の間に97mmを記録した。梅雨明け発表後に特定出来ない、とした1993年と酷似しているが、今回は梅雨明けの発表そのものが行われなかった。1993年も今回同様、エル・ニーニョが現れており、温暖化との因果関係を探る研究が今後の課題である。

3. 土砂災害から地盤工学、さらに環境科学へ

8.4水害、8月下旬の栃木、福島、水戸の水害で多く見られた土砂災害を踏まえ、気象学の分野だけでは防災にはつながらない点が理解される。この災害は10人を超える死者を出す大惨事となり、土木学会水理委員会が緊急調査団を派遣した。ここで委員名を記す。

団長：	真野明	東北大学工学研究科災害制御研究センター	教授
幹事：	今村文彦	東北大学工学研究科災害制御研究センター	助教授
	高橋迪夫	日本大学工学部土木工学科	教授
	須賀堯一	宇都宮大学工学部建設学科	教授
	池田裕一	宇都宮大学工学部建設学科	助教授
	山田正	中央大学理工学部土木工学科	教授

迅速な行動で、水害の様相が明らかにされよう。この水害には自治体のホームページでも被害状況が検索可能であるが、降雨量、土砂災害の状況等を詳細に記した<http://www.comp.metro-u.ac.jp/~ushiushi/>が資料的価値が高く、大いに参考になる。

ここで地盤工学の視点を持ち合わせなくてはならない。地すべり学会の年次学術講演会のセッションでは地球化学、環境負荷の少ない安定工法等がセッションとして設けられる。会員は地質、地形、地球科学の理学に加え、地盤工学、土木工学、砂防等、多岐に及ぶ。当然、地盤工学会と兼務している人も多い。新潟県は地すべり多発地帯で、災害研に所属している者の大半が自分のフィールドにしている。新潟支部長は佐藤修教授で、地下水、砂防を専門としている。さらに丸井英明教授（砂防）は理事を務めている。二人とも災害科学、環境科学双方に精通し、複眼的視点の重要性を身をもって訴えている姿勢が感じられる。

これを受けて、地盤工学と環境科学の視点を有した報告書群を紹介する。地すべりを含む斜面災害の分野から、丸井英明教授は『環境と調和した砂防計画に関する景域生態学的研究』（科研費報告書、課題番号：07806020）を1998年3月に上梓した。タイトルは、

- ◆近自然工事の観点から見た魚野川上流域の河川環境評価
- ◆オーストリアにおける最近の環境砂防の動向について
- ◆Grundgedanken für Landschaftsökologisch gerechte Wildbachverbauung
- ◆個別的技術の改善のあり方・景観問題の考え方
- ◆景観と砂防—海外の事例を交えて—
- ◆急流河川における瀬—淵構造の分布について、能生川を事例として—

である。地すべり防止工を行う場合の環境アセスメントが重要である点を訴えている。この点に関しては『明日へのJCCA』（197号、1997年10月）で「公園・緑地—みどり溢れる空間—」が特集された。タイトルは、◆緑地空間をもっと活かしたい、◆公園緑地小史、◆公園緑地整備の今後の展開、◆友だちとしての緑、◆すべての人にやさしく、バリアフリー化は通過点、◆子育てに求められる身近な公園とは、◆これからの教育に利用できる公園とは？、◆公園・緑地における「緑のリサイクル」、◆防火空間と公園緑地、◆道路環境整備と公園緑地、◆北本自然観察公園—アーバン・エコロジー・パーク—、◆習志野緑地、◆過密都市における二つのオアシス、である。緑地は土壤が健全でなければ生育せず、併せて土への眼差しも必要となる。

そこで同じく『明日へのJCCA』（195号、1997年7月）では「人のくらしと大地」の特集記事が組まれた。タイトルとして、◆大地の成り立ち、◆大陸の分裂・衝突と地球環境の変遷、◆地震、◆地すべり、斜面崩壊、◆古来、温泉は身体を癒す薬だった、◆焼くと、土はこんなに美しい、◆水がとりもつ大地の恵み、◆豊かな森林が与えてくれたもの、◆大都市を支える地盤、◆都市の防災、◆地下利用と都市空間の再生、◆地熱資源開発、◆活断層調査、◆ダム建設と地盤、◆地方給水衛生改善計画（フィリピン）◆衛星から見る大地、が掲げられた。

いずれも環境、防災をキーワードに提言を行っている。しかしその両者を達成するには技術的な向上が求められ、エンジニアリングの視点が不可欠となる。地盤工学会は1995年に土質工学会から改称したが、これは総合的な視点を各人が持つことを目指したことが背景にある。ここで学会名改称の経緯を掲載する。

土質工学会は、土木工学、建築学、農業土木工学、地質学など地盤にかかわりの深い分野の学際的な学会として、昭和24年に発足して以来およそ半世紀にわたって土質工学に関する研究、技術の発展と学術文化の向上に寄与してきましたが、この間に本学会の活動対象分野は次第に拡大し、多岐にわたってきました。そこで、本学会の活動実態にふさわしく、かつ広く社会の理解を得られやすいように学会名称を変更すべく検討を進めた結果、平成7年5月31日より学会名を「社団法人 地盤工学会」（英文名称：The Japanese Geotechnical Society）に変更することになりました。以下略……………

この問題意識の下、多くの学際的な入門書を発行してきた。ここで取り上げるのは『入門シリーズ20 環境地盤工学入門』である。1994年4月に出版、新書版で278頁にまとめられている。必要事項を網羅的に、かつコンパクトにまとめている。

環境地盤工学入門編集委員会名簿

委員長	嘉門 雅史	京都大学防災研究所	委員	大西 有三	京都大学工学部
委員兼幹事	勝見 武	京都大学防災研究所	委員	川地 武	(株)大林組技術研究所
委員兼幹事	鳥光 照雄	日本セメント(株)	委員	森澤 眞輔	京都大学工学部

執筆者名簿

青木 一男	大阪工業大学工学部	東海 明宏	岐阜大学工学部
江尻 譲嗣	(株)大林組技術研究所	鳥井原 誠	(株)大林組技術研究所
大西 有三	京都大学工学部	鳥光 照雄	日本セメント(株)
勝見 武	京都大学防災研究所	中堀 和英	(株)中堀ソイルコーナー
嘉門 雅史	京都大学防災研究所	堀内 将人	京都大学工学部
川地 武	(株)大林組技術研究所	馬原 保典	(財)電力中央研究所
末岡 徹	大成建設(株)技術研究所	森澤 眞輔	京都大学工学部
津野 洋	京都大学工学部		

本書は序章 環境地盤工学とは、第1章 環境地盤工学の視点からの土、第2章 地盤の環境要因を調べる、第3章 地盤の環境災害・公害、第4章 地盤の汚染、第5章 地盤安定処理と化学、第6章 地盤環境の保全、終章 地盤からの提言、で構成されている。特に3章は災害、環境双方の解説がなされ、密接に関連する点を平易に記述している。3章では、地盤沈下、土砂災害・侵食、建設工事に伴う地下水汚染、酸欠・ガス事故、土工事の濁水・汚泥、建設残土、廃棄物を取り上げられている。4章では汚染のメカニズムが詳述され、重金属汚染、人工化学物質汚染、農薬汚染、放射能汚染、酸性雨対策が解説、これを踏まえたうえで具体的な保全対策が必要となる。これは6章にまとめられ、土を用いた処理技術として廃水処理法、土脱臭法、礫間浸透法、生物学的回復技術（バイオリメディエーション）が扱われている。また地下水の保全も必要で、地下ダム、人工涵養が記されている。情報源の色彩が濃く、有用な書である。

4. 結語－環境と災害の接点－

以上、文献解題を中心に展開したが、災害と環境が密接に関連する端的な表を示す。阪神大震災に伴う環境変化が顕著で、表からも総合的な対策には複眼的思考が必要。廃棄物学会でも報告書作りに余念がない²⁾。ただ、土木学会員の参入が少なく、相互交流が必要で、同時に一般向けの啓蒙も重要課題である。

表－2. 阪神地域の陸水の変動³⁾

	河川水	地下水
pH	9～6	概ね9～6。ただし、2ヶ所で5～4
無機イオン	新湊川下流域で NO_3^- 、 NH_4^+ が高濃度	多くの地下水で NO_3^- が高濃度
重金属	Hg, Sb, Cd, Cr等は定量限界値に近い濃度。Pb, Cu, Znは数 $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-1}$ 検出 Al, Mn, Fe一部で高濃度	同左
有機ハロゲン化合物	1ヶ所で高濃度のクロロホルム 1,1,1-トリクロロエタンは複数箇所検出。最高3 $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-1}$	8ヶ所でクロロホルム検出 1,1,1-トリクロロエタンは最高値で4.3 $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-1}$ 1ヶ所でテトラクロロエチレン

表－3. 阪神大震災に伴う大気環境の変動⁴⁾

	94年12月	95年1月	2月	3月	4月	5月	6月
SPM	44.1 38.0	51.7 35.0	47.4 33.8	48.2 42.1	42.8 41.2	36.8 39.5	29.6 35.0
Fe	0.64 0.69	0.65 0.61	0.51 0.60	0.76 0.66	0.79 0.83	0.62 0.66	0.46 0.46
Mn	0.026 0.027	0.024 0.027	0.018 0.025	0.025 0.027	0.033 0.029	0.024 0.025	0.019 0.018
Ni	0.0050 0.0058	0.0055 0.0052	0.0032 0.0054	0.0042 0.0060	0.0062 0.0075	0.0062 0.0078	0.0070 0.0081
Zn	0.125 0.132	0.133 0.124	0.134 0.109	0.133 0.098	0.119 0.104	0.097 0.095	0.077 0.076
Pb	0.058 0.064	0.068 0.058	0.060 0.053	0.055 0.048	0.061 0.046	0.041 0.044	0.036 0.033
Cd	0.0013 0.0015	0.0016 0.0014	0.0017 0.0012	0.0014 0.0011	0.0014 0.0011	0.0010 0.0010	0.0012 0.0014

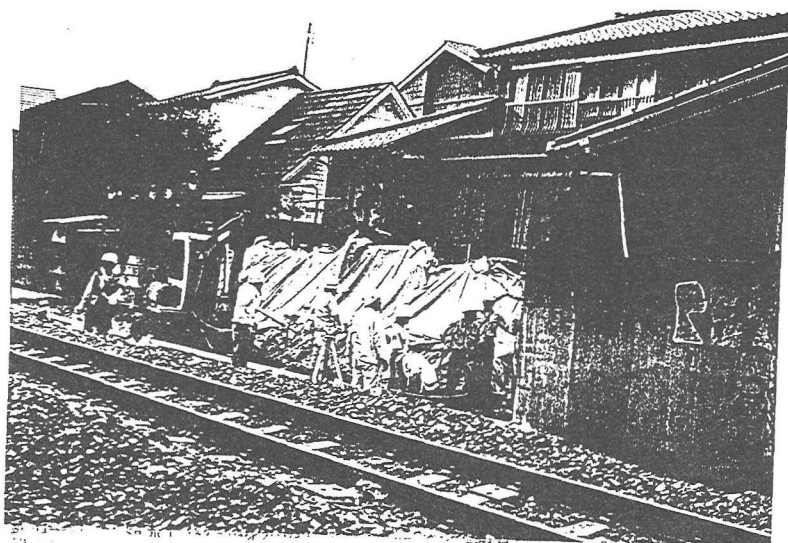
※下段の数値は1990～1994年の平均値。数値の単位は $\mu\text{g}/\text{m}^3$

※SPMは大気中に浮遊する粒径 $10\mu\text{g}$ 以下の粒子状物質を指す。

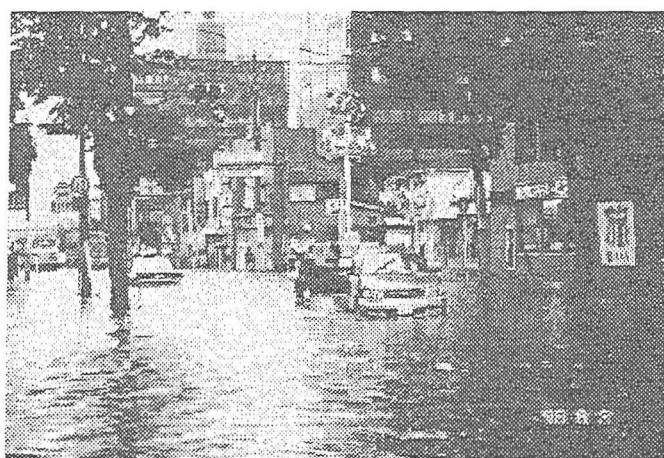
参考文献

- 1) 拙稿：研究展望・温暖化時代の災害科学，第6回地球環境シンポジウム論文集，pp.237～242. 1998.
- 2) 廃棄物学会 編：災害廃棄物フォーラム講演論文集，全205頁. 1996.
- 3) 青木豊明，米田稔：阪神・淡路大震災による陸水および土壌環境への影響，水環境学会誌vol.19. No. 5. pp.351～355. 1996.
- 4) 小林禮樹et al：阪神・淡路大震災が大気環境に及ぼした影響－金属物質モニタリング測定結果の解析－，大気環境学会誌vol.32. No.3. pp.231～236. 1997.

8. 4 水害による公共土木施設災害の概要2 (土木部)



越後線で最も被害が
大であった寺尾(写真-1)
筆者撮影 198.8.5



新潟市内、洪水の状況 (写真-2)



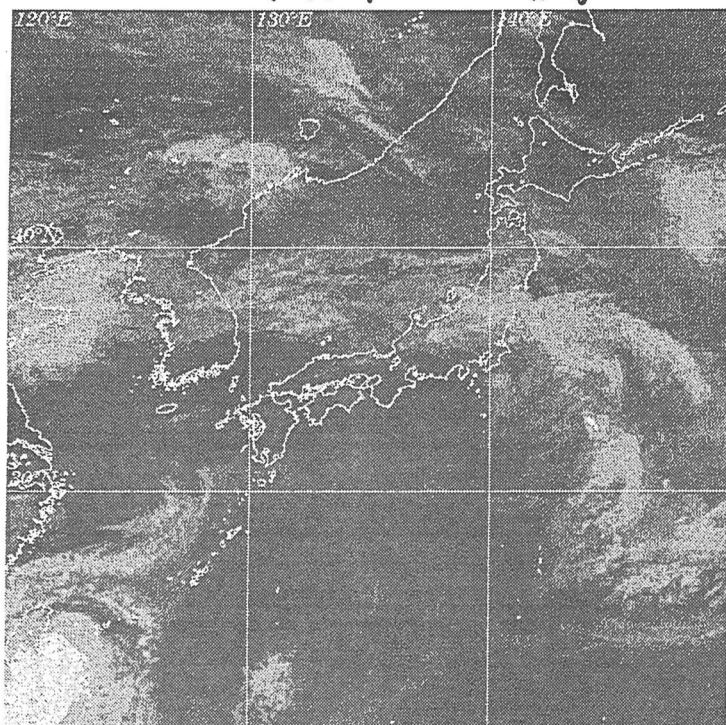
新潟市関屋、立ち往生した車を避けて通るバス (写真-3)

gopher://gopher.ttl.is.u-tokyo.ac.jp:7019/images/
QAS_japan_images/1998/Aug.0/QAS598080403

1998.8.4

GF 画像 600x600 ピクセル

3時



gopher://gopher.ttl.is.u-tokyo.ac.jp:7019/images/
QAS_japan_images/1998/Aug.0/QAS598080405

1998.8.4

GF 画像 600x600 ピクセル

5時

