

工業高校における環境教育・防災教育の発展に向けて

早稲田大学 正会員 ○中村文香

1. はじめに

高知県では、来る南海地震や昨今の豪雨災害などに備えるべく様々な取組が行政を中心に進められている。工業高校における防災教育もその一つである。しかしながら、高等学校での防災教育は文献研究が主体となっている。今後は、実験を含めた実践的防災教育を行っていくことが求められていると考える。工業高校土木科を卒業した生徒たちに土木技術者として災害後どのように活動していくのか、専門的観点から社会に貢献する使命感をもった土木技術者の育成を図りたい。そのためには、指導する教員の専門的知識の向上が求められる。防災教育を指導するためのスキル向上のため本研究に取り組むものである。

2. 高知県の現状

自然に恵まれ、米をはじめ、柚子・茄子・ニラ・シントウ・高糖度トマト・生姜・ミョウガ・お茶といった農産物、林業や漁業、海洋深層水などの各産業が盛んである。また、平成24年の内閣府の発表によれば南海トラフを震源とするマグニチュード9クラスの地震が起こる確率が30年以内で70%、この最大クラスの地震が起こった場合の最大震度は7、津波の最大高さは黒潮町および土佐清水市で34m、浸水深は最大10mと言われている。この津波による影響は高知県だけに留まらず、6都県23市町村で20mを超えると公表されている。

農業が盛んな地域には、津波による浸水被害が考えられる地域が多くある。各地域の農作物およびこれらを使った加工品は全国でも広く知られているものばかりであり、津波による農地の塩分被害を考えると高知の農業は大打撃を受けると容易に推測できる。そのため、震災後の災害廃棄物および津波堆積物における塩分除去は必要不可欠なものであり、高知県だけの問題ではない。塩分除去については「高知県地域防災計画」にも示されているが、具体的な対策案などは挙げられていない。高知県の年間降水量は近年2000mmを超え、これを利用することができれば財政にも負担をかけることなく復興へ繋げられる。

3. 工業高校における防災教育の現状

防災に関しては、地域の方々や教育委員会から高校生が中心となって取り組んでほしいと言われる。南海地震時に、中心となる技術者として働いていると考えられるのが今の高校生たちだと言われているからである。では、その高校生たちが活動できるような教育がされているのだろうか。

高知県内の工業高校建設系学科では「地震防災工学」や「課題研究」の1つのテーマとして、「防災」について学習している。また、高知県内の大学・高専・高校の建設系教員で組織する「高知県建設系教育協議会」においても、「防災」について取り組んできた。これらの継続的な取り組みは、評価を得ているところではあるが、土木技術者の育成へと繋げていくためには内容の精選と改変が必要である。3年間で学ぶ知識や技術が土木構造物をつくるだけではなく、さまざまな災害現場でも活用されていることを私たち教員がしっかりと伝えなければならない。しかしながら、防災教育のできる教員が不足していることやカリキュラムの見直しにともない防災技術を指導できる工業系の教員が不足している。

4. 高知県産業教育内地留学制度

高校生に対し正しい知識と技術を伝えるためには、私たち教員が正しい知識と技術を身につけておかなければならない。教科書一辺倒ではなく日々新しい情報を収集し、教育へ還元させなければならない。

キーワード 環境・防災教育, 人材育成, 教員の指導力向上

連絡先 〒780-8010 高知県高知市棧橋通 2-11-6 高知県立高知工業高等学校土木科 TEL 088-831-9171

幸いなことに高知県には産業教育に携わる教員が専門分野の指導力向上のために、大学をはじめ各種研究機関などで研修する産業教育内地留学という制度がある。本年度この制度により、土木技術者育成および環境・防災教育発展のための研修の機会を得ることができた。

5. 実践的授業に向けて

震災後の災害廃棄物および津波堆積物の降雨による塩分除去について、高知県の地盤で実験を行うことを考慮した実験方法や結果の考察を行った。ここでは、砂質土（東北珪砂4号・5号・6号）および粘性土（クレースンド）、シルト質土（DL クレー）を人工海水に浸漬させた試料を使用しカラム試験を行った。研究を継続するにあたり、高校の実験室の使用状況と規模、予算、カリキュラムを考えた場合、カラム試験が妥当である。

カラム試験に使用したセルの大きさは直径75mm高さ30mm、通水は400mL/hで下向流とした。人工海水浸漬試料は、すべて液固比3で7日間浸漬させ、容器を傾斜して表面の人工海水を除き、風乾させたものを使用した。

使用した試料の土粒子密度を表5-1に、粒径加積曲線を図5-2に示す。



図 5-1 人工海水浸漬試料（風乾後）

表 5-1 各試料の土粒子密度 (g/cm³)

粗砂	中砂	細砂	粘性土	シルト質土
2.65	2.62	2.62	2.54	2.66

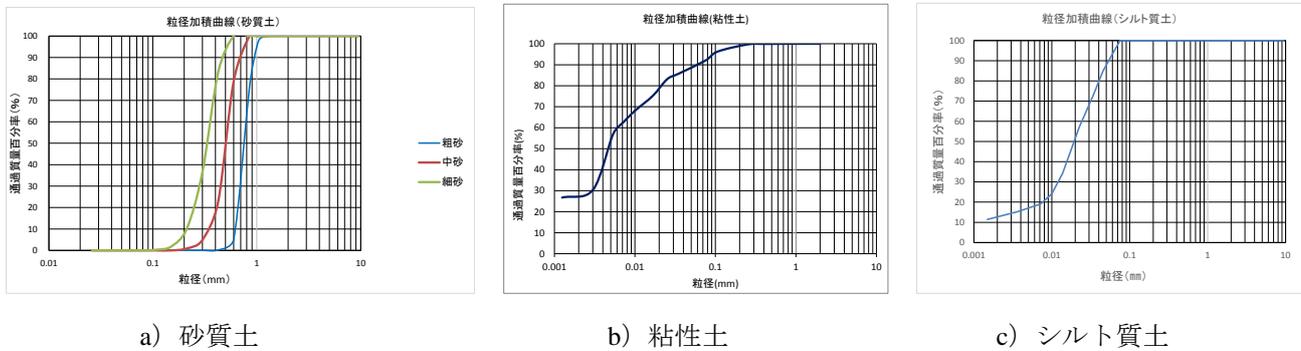


図 5-2 各試料の粒径加積曲線

図 5-3 にカラム試験概略図を、図 5-5 に人工海水の塩分濃度と電気伝導率の関係を示す。

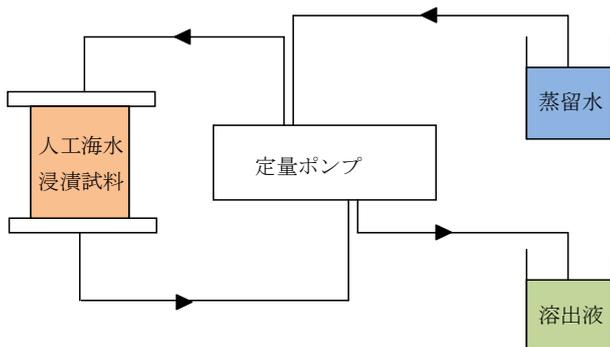


図 5-3 カラム試験概略図

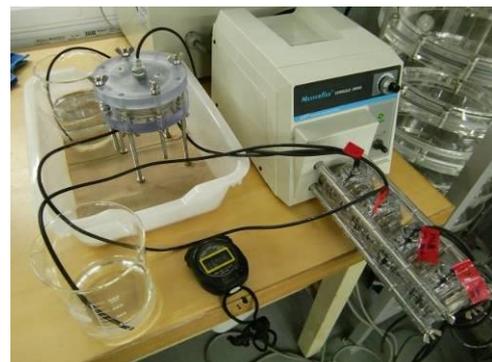


図 5-4 カラム試験装置

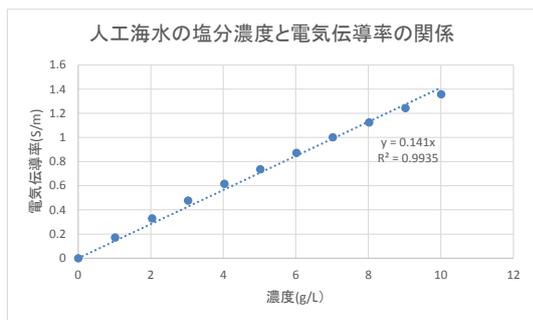


図 5-5 人工海水の塩分濃度と電気伝導率

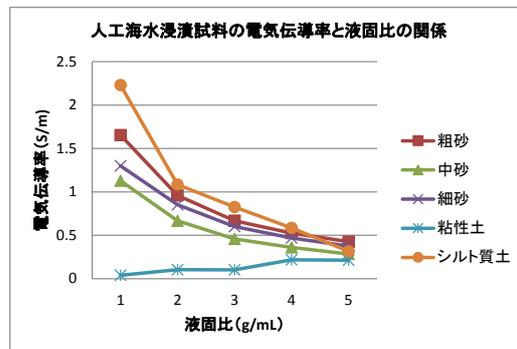


図 5-6 人工海水浸漬試料の電気伝導率と液固比の関係

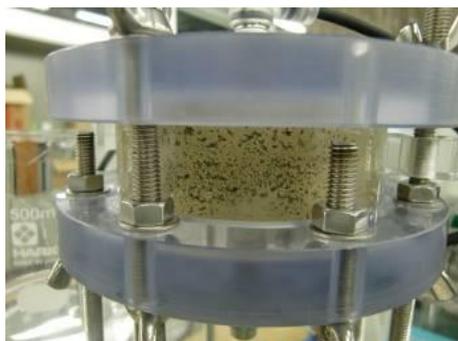


図 5-7 粘性土のカラム試験中の様子

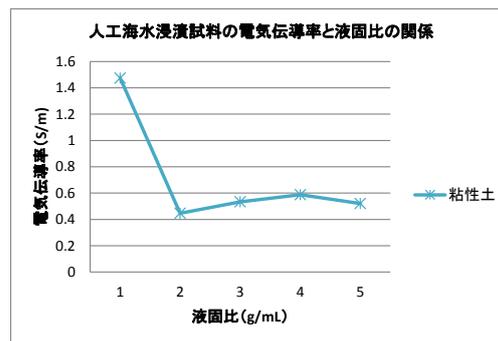


図 5-8 人工海水浸漬粘性土の電気伝導率と液固比の関係

図 5-6 は溶出液の電気伝導率を測定したものであり、電気伝導率の低下が見られる。粘性土において、通水すると図 5-7 のように間隙が増加し、電気伝導率の上昇も見られた。そのため、再度試料を締め固めた状態で試験を実施した。その結果を図 5-8 に示す。

図 5-5 に示した人工海水の塩分濃度と電気伝導率の関係をもとに、試料懸濁液（液固比 5，100g/500mL）を作製し塩分濃度を求めた。結果を表 5-2 に示す。なお、粘性土については 2 回目の結果を使用した。

表 5-2 各試料の電気伝導率と塩分濃度

		粗砂	中砂	細砂	粘性土	シルト質土
人工海水浸漬 試料懸濁液	電気伝導率 (s/m)	0.26	0.169	0.188	0.37	0.273
	塩分濃度 (g/L)	1.844	1.199	1.333	2.624	1.936
通水後 試料懸濁液	電気伝導率 (s/m)	0.000648	0.000425	0.000534	0.00375	0.001269
	塩分濃度 (g/L)	0.0046	0.0030	0.0038	0.027	0.009

農林水産省「除塩マニュアル」では、田畑に適した土壌塩分濃度を水田で 0.1% (CL100mg/100g 土) 未満、畑で 0.05% (CL50mg/100g 土) 未満と示されている。

表 5-2 の結果を見ると、「除塩マニュアル」に示されている濃度に達していることがわかる。土懸濁液の塩分濃度から求めた除去率を表 5-3 に示す。表 5-3 に示す通り、いずれの試料においても液固比 5 まで通水させることで塩分を除去することが可能である。しかし、試料そのものにも塩分が含まれていると考えられるため、人工海水に浸漬させない状態での塩分除去率も求め、比較・検証していく必要がある。

表 5-3 各試料の塩分濃度から算出した塩分除去率

	粗砂	中砂	細砂	粘性土	シルト質土
塩分除去率 (%)	99.751	99.749	99.716	99.240	99.535

6. 工業高校における環境教育および防災教育の発展に向けて

災害の起こるメカニズムと専門教育との関連性を意識付け、この関連性から防災について考えさせるような教育内容にしていく必要がある。これらの土木教育と防災教育は生徒たちの将来に活かされなければならない。これまでも専門科目と普通科目を関連させるよう指導してきたが、さらに専門を学ぶことで防災につながるということも関連させた指導方法を確立させなければならない。

近年入学者選抜試験の面接において、「防災について学びたい」と答える生徒が多くなってきた。土木を学ぶことでなぜ防災につながるのかということを理解させ、土木技術者になるための基礎を身に付けさせたい。環境や防災を考えるうえで、専門科目の中でも地盤工学や土質力学の知識は重要である。しかし、教科書の内容だけで理解させることは難しい。授業での基礎学習に加えて実験を行うことで、事象を体感できることから生徒の理解度は増す。

高等学校においても、実験的な研究は必要である。工業高校卒業者は就職する者が多い。そのため高校卒業後に技術者となっていかなければならない。そのような生徒たちに防災知識や基本的な専門技術を学習させなければならない。近年見られる豪雨や南海地震の対策、災害後の復旧・復興を今後担っていく生徒たちへの教育は必要不可欠である。

今後は本研究で行った実験を課題研究におけるテーマのひとつとして取り入れ、カラム試験を高知県の土壌で行えるように研究環境の整備と研究を進め、大学や企業との連携も図りながら自治体への提言へつなげる。

また、土木技術者を目指す生徒たちにより多くの経験を積みせられるカリキュラム作成に取り組み、様々な観点から環境や防災について考えられる指導をしていく。

7. おわりに

工業高校土木科に入学しても、土木技術者を目指さない者も多い。土木技術の必要性、土木の面白さ、責任感、職業意識などをしっかりと伝え指導できる教員であり続けたい。そのために、これからも様々な情報を取り入れ高知県の土木技術者不足の脱却に向け、少しでも多くの土木技術者育成に尽力できればと思う。

今回このような研修という機会をくださった高知県教育委員会、および協力いただいた関係者の皆様に深く感謝申し上げます。この1年で得た知識・情報を活かし、高知県の防災教育発展のために力を尽くしたい。そして、技術者の不足が防災の妨げとならないことを切に願う。

参考文献

- 1) 高知県防災会議「高知県地域防災計画」平成18年5月修正版
- 2) 高知県「高知県南海トラフ地震応急対策活動要領第1編基本対策編」平成25年6月策定
- 3) 公益社団法人地盤工学会「土質試験 基本と手引き 第二回改訂版」丸善出版
- 4) 公益社団法人地盤工学会「土質試験の方法と手引き」丸善出版
- 5) 多田恵一, 小峯秀雄, 村上哲「平成23年(2011年)東北地方太平洋沖地震に伴い発生した津波堆積物の分別土における塩分濃度の溶出特性および溶出メカニズム」第48回地盤工学研究発表会(富山)D-04
- 6) 篠原一孔, 小峯秀雄「津波堆積土に含有する塩分の溶出特性調査とそれに基づく塩類除去時間の予測に向けた展望」第11回地盤工学会関東支部発表会
- 7) 中村文香「高校・高専・大学の連携 高知県建設系教育協議会(4K)の取り組み」土木学会第66回年次学術講演会(平成23年度)CS1-013
- 8) 農林水産省「農地の除塩マニュアル」平成23年6月
- 9) 日本土壌肥料学会監修「土壌環境分析法」1997年6月
- 10) 農林水産省「東日本大震災に対処するための農用地の除塩に係る特定災害復旧事業実施要綱」平成23年5月2日付 23農振第372号農林水産事務次官通知