



技 術 士

た く み

第 14 号

平成26年 1 月

公益社団法人日本技術士会東北本部福島県支部

た く み -14号- 目 次

●巻 頭 言	
・安全・安心な県土復興のために……………	福島県支部支部長 長尾 晃…2
●福島県支部活動報告	
・平成24年度 県技術士会活動の概要……………	事務局…4
●技術士CPD研修会	
・平成24年度 第3回CPD研修会参加報告	
演題Ⅰ「会津戊辰戦争の籠城戦」	
講師 笹 川 寿 夫氏	
……………	(株)東コンサルタント 吉 田 善次郎…7
・平成24年度 第3回CPD研修会参加報告	
演題Ⅱ「福島県の除染の現状と技術」	
講師 福島県生活環境部除染対策課 佐藤文裕氏、児玉博史氏	
……………	(株)興起測量設計事務所 白 井 康 博…9
・平成24年度 第3回CPD研修会参加報告	
演題Ⅲ「いわき地域 砂浜の放射線量について」	
講師 福島高専客員教授、いわき地域環境科学会プロジェクトマネージャー 中西恒雄氏	
……………	協和ポーリング(株) 中 田 嘉 久…12
・平成25年度 第1回CPD研修会参加報告	
演題Ⅰ「ふくしまの復興」	
講師 公益財団法人 福島県都市公園・緑化協会 理事長 秋元正國氏	
……………	株式会社 日本技術ガイドセンター 北 原 賢…14
・平成25年度 第1回CPD研修会参加報告	
演題Ⅱ「環境の未来と21世紀のミッション」	
講師 青木環境技術士事務所 青木敏春氏(環境・衛生工学部門)	
……………	株式会社郡山測量設計社 橋 本 清 一…16
・平成25年度 第2回CPD研修会参加報告	
「福島第二原子力発電所」内の現場視察に参加して	
……………	(公財)福島県下水道公社 山 岸 和 宏…18
●寄 稿 ふくしまの再生と未来	
・福島県沿岸部の津波被災農地の復旧と農村社会の再生	
……………	福島県相双農林事務所農村整備部長 佐 川 積 成…20
・ふくしまの森の再生に向けて	
……………	福島県いわき農林事務所森林林業部 副部長 柳 田 範 久…24
・土木施設等の放射線対策(除染と建設副産物再利用)	
……………	福島県土木部技術管理課 主幹 和 田 豊…28
●技術論文	
・地球環境の未来と持続可能性(環境、衛生工学部門)	
……………	青木環境技術士事務所 青 木 敏 春…32
・誘導溶解炉の省エネルギー対策について(電気・電子部門)	
……………	北芝電機株式会社 渡 邊 敏 之…38
●平成24年度技術士二次試験合格体験記	
・建設部門(土質及び基礎)……………	協和ポーリング株式会社 小 澤 義 史…44
・上下水道部門(下水道)……………	(公財)福島県下水道公社 山 岸 和 宏…46
●公益社団法人日本技術士会東北本部福島県支部資料 製本版掲載	
・役員名簿……………	51
・平成25年度会員名簿……………	53
・平成25年度協賛企業一覧……………	71
・福島県支部規則……………	73
・福島県支部細則……………	79
編集後記……………	97

●巻頭言



安全・安心な県土復興のために

福島県支部 支部長 長尾 晃

新年あけましておめでとうございます。

平成25年度県支部の活動は、事業計画に基づき現在まで適正に執行されておりますことを、先ずもってご報告いたします。

引き続き会員の皆様のご協力をいただきながら努めて参りますのでよろしく願いいたします。

【年頭での思いあれこれ】

東日本大震災から、まもなく3年となります。復旧がなかなか進まないと言う声もありますが、多くの関係者の努力もあって、地震・津波については徐々にではありますが復興の姿が見えてきました。しかし原発事故は何時どのような形で収束を見るのかは現在でも予想がつきません。

今般の大震災以降、同年8月の新潟・福島の豪雨による激甚災害の発生があった外、毎年数件の激甚災害がありました。また、昨年の台風26号による伊豆大島の大災害があり復旧には多くの努力と時間が必要と予想されます。

一昨年12月の笹子トンネルの事故は社会基盤を支えているインフラをどのように維持管理すべきかの大きな課題を提示しました。70年代のアメリカのインフラの維持管理を怠った結果の「荒廃するアメリカ」は経済状況を大きく後退させたことが思い起こされます。

予防保全が言い続けられながら災害が繰り返される状況を目にする度に、安全や安心をどのようにして確保していけばいいのか、多くの叡知の結集が必要と思われれます。東海・東南海・南海地震や首都直下型地震の予測も

あり具体的な対策が必要と考えられます。

また、このような中で2020年の東京オリンピックの招致が決定しましたが、現在でも復興予算を35%も消化しきれずにある現在、復興のための人手や資機材が不足することが目に見えております。

ここ20年の間に建設事業費が半減してしまい、その結果、人材そして資材・設備・機材などの生産が大きく減少してしまっている現在です。資金が投入されたからと直ちに消化出来るわけではありません。

このことが多くの国民に理解されていない現状が残念でなりません。個人的にはジャーナリズムの影響が大きいと感じております。同時に我々技術者が発信していかなければないと強く責任を感じております。

【福島県の立ち位置】

原発の誘致については、国策として科学技術の粋を尽くした「望ましいもの」、関係町村にとって地域産業の活性化・大きな税収・雇用創出と言う「有りがたいもの」として当時の関係自治体は競って賛同・誘致をしてきた経緯があります。

原発事故の結果「FUKUSHIMA」は世界的に有名となり浜通りのみならず中通り・会津地方も同様の目を向けられる事態となっています。県産品の売れ行きはなかなか思うようにならないなど、特に浜通では漁業を始めとする海産物の見通しが立っておりません。農産物は、米などの穀類を始め野菜や果物についても放射線との戦い（線量測定が必要や販売価格の低下）の中での生産物出荷をせざる

るを得ない状況です。

原発事故からの復興については県民それぞれの強い意思が必要となります。この為に必要な情報の入手や多くのアドバイスについては、県外を含め技術士会のネットワークの活用をしていくべきと考えます。

今回の事故の経験を今後に生かすために、県民全体が率直に反省すべき点があります。福島県ばかりではないとは思いますが、県を始め各自治体と住民の間で、あるいは隣接する自治体間での相互の意志疎通・合意形成が未熟であった自治体もあり、このことが復旧に大きく影響することも経験しました。また、避難指示の発令タイミングや受け取り方が被災程度や復旧の状況に大きな影響を与えることも確認しました。このようなことから、情報の開示、あるいは行政や住民との意志疎通が、復旧・復興に極めて重要であることを改めて深く認識したところであります。

【県内で活躍する多くの組織と共に】

福島県では多くの困難の中、県民の必死の努力もあり、少しずつではありますが風評被害から立ち直ろうとしております。

県庁内には除染の推進や復旧・復興の部門が新設され、活動を継続しております。

元県議らがこれまでの政治経験を生かし復興や経済の再生に向け、政策の提言を行う任意団体「ふくしま再生会議」を昨年6月に発足させ、多くの方から意見を収集しております。

福島大学による情報の発信や被災者支援活動が大きな役割を果たしたことが報じられております。

日本大学のコンクリート研究室が中心となり「ふくしまインフラ長寿命化研究会」を立ち上げ、維持管理の資金や技術者不足を補う方法として安価で手軽な保全技術の研究を開始しました。

福島高専に事務局を置く「いわき地域環境

科学会」が、原発事故後継続的に海岸での放射線の線量調査を実施し、海水浴の安全・安心に大いに貢献しました。

NPO法人「福島環境カウンセラー協会」が県内の生活環境について根強い活動を継続しております。

除染実施企業や、除染に係わる工法・資機材の生産者が集う「福島の復興を考える会」も検討会を継続し意見交換を行っております。

これらの中には県内の多くの技術士が活躍しており、誇りに感じているところです。

また、県外技術士仲間からも県土復興に沢山のエールを送っていただいていることを力強く感じ、感謝しております。1人でも多くの理解者を増やしていくことが我々技術士の使命でもあります。

我々県内で活躍する技術士は、安心して安全な福島県土の将来に向け、積極的に行動すべきであります。そのために更に信頼の高い技術士を目指すことが重要であり、倫理観の醸成の上に技術研鑽を積み、誠実で公正な立場で行動する必要があります。

近年の問題は、グローバル化・複雑化にともない縦割りの命令系統からの指示のみでは行き詰まる事があり、解決が困難となることもあります。複数分野の組み合わせ、総合的な連携・統合が必要となります。各自の能力で、専門技術に加えて、政治・経済・教育・文化・環境についても自分なりの価値観を持ち、且つ倫理的な面で自分自身の理想を描き想像することが極めて重要となります。

県民の皆様は福島県で活躍する技術士の存在を知っていただき、福島県を更に安全で安心に暮らすことが出来る魅力ある県土としていくために活動していきたいと考えております。

以上

●福島県支部活動報告

平成24年度 県技術士会活動の概要

事務局

平成24年度の活動概要は以下のとおりです。

【役員会・各部会会議開催報告】

1. 役員会

役員会は、最終役員会を含め4回開催し、以下の議題について審議しました。

1) 最終役員会

日時：平成24年5月23日(水)
11:00~13:30

場所：ユラックス熱海2F特別会議室

- 議題：①経過報告
②新役員の選任及び各委員会委員の選任について
③第10回定時総会 次第について
④成23年度事業並びに決算報告
⑤定時総会 来賓リスト
⑥東北本部福島県支部の規則・細則(案)について
⑦CPD研修会及び懇親会について
⑧その他

2) 第1回役員会

日時：平成24年9月10日(月)
13:00~15:30

場所：ユラックス熱海第4会議室

- 議題：①福島県支部運営について
②その他

3) 第2回役員会

日時：平成24年10月16日(火)
10:00~12:00

場所：ユラックス熱海第1会議室

- 議題：①前回議事録の確認
②総務委員会
(1)会則・細則の変更修正について
(2)親睦ゴルフについて
③技術委員会
(1)CPD研修会について
④広報委員会
(1)機関誌「たくみ13号」発刊について

⑤その他

4) 第3回役員会

日時：平成25年1月24日(木) 10:00~

場所：ユラックス熱海 第2会議室

- 議題：①総務委員会
(1)県支部確認事項について
(2)平成25年度役員改選について
(3)平成25年度北東3地域本部技術士交流研修会開催について
②技術委員会
(1)第2回CPD研修会報告
(2)第3回CPD研修会開催について
③広報委員会
(1)HP・たくみ13号について

2. 総務・広報・技術委員会

1) 総務委員会

第1回総務委員会

日時：平成24年5月7日(月)
11:00~12:00

場所：地質基礎工業(株)本社

第2回総務委員会

日時：平成24年6月15日(金)
15:00~16:00

場所：地質基礎工業(株)本社

2) 広報委員会

第1回広報部会

日時：平成24年9月26日
13:30~15:30

場所：日栄地質測量設計(株)郡山支社会議室

3) 技術委員会

第1回技術部会

日時：平成24年5月21日 13:30~
場所：協和ボーリング(株)

第2回技術部会

日時：平成24年6月28日 15:00~
場所：協和ボーリング(株)

【本部・支部行事等への参加報告】

1. 本部行事への参加

- 1) 第39回技術士全国大会への参加
〔主催 (公社) 日本技術士会〕
日 時：平成24年9月21～24日
場 所：大阪国際交流センター
出席者：長尾 晃
- 2) 東北本部研修会合格祝賀会
日 時：平成24年4月24日
場 所：ホテルメトロポリタン仙台
出席者：県支部より数名
- 3) 統括本部技術士会総会
日 時：平成24年6月27日
場 所：経団連会館
出席者：平井良一、長尾晃、渡辺敬蔵
- 4) 北東3地域本部技術士交流研修会
日 時：平成24年12月7日
場 所：札幌 (ホテルポールスター)
出席者：平井良一、長尾晃、渡辺敬蔵、
草野秀夫 (県土木部；講演者)
- 5) 第1回東北本部役員会
日 時：平成24年10月16日
場 所：KKRホテル仙台
出席者：平井良一、長尾晃、渡辺敬蔵
- 6) 第2回東北本部役員会
日 時：平成25年1月25日
場 所：KKRホテル仙台
出席者：平井良一、長尾晃、渡辺敬蔵
- 7) 第3回東北本部役員会
日 時：平成25年5月10日
場 所：KKRホテル仙台
出席者：平井良一、長尾晃、渡辺敬蔵

【総会・講演会・技術士CPD研修会等開催報告】

1. 第10回定時総会

- 日 時：平成24年7月5日(木)
場 所：コラッセふくしま (福島市)
議 案：平成23年度事業報告承認の件
平成23年度事業決算報告承認の件
福島県支部設置における趣旨説明
第1回年次大会
議 案：公益社団法人日本技術士会福島県
支部への移行に係る規則 (案)・
細則 (案)の制定の件
平成24年度事業計画 (案) 決定の件
平成24年度事業予算 (案) 決定の件

2. CPD研修会

1) 第1回CPD研修会

- 日 時：平成24年7月5日
場 所：コラッセふくしま (福島市)
演題1：「宅地造成宅の地震被害と復旧の
課題」
講 師：(株)復建技術コンサルタント
宅地災害支援プロジェクト室
室長 佐藤真吾氏

- 演題2：「相馬市の復興に向けた取り組み
～東日本代震災から学ぶこと～」
講 師：福島県相馬市
建設部長 小山健一氏

参加者：120名

2) 第2回CPD研修会

- 日 時：平成24年11月28日
内 容：相双地区地震被害状況および復興
状況の現地視察
参加者：26名

3) 第3回CPD研修会

- 日 時：平成25年2月6日
場 所：コラッセふくしま (福島市)
演題1：「会津戊辰戦争の籠城戦」
講 師：会津史学会副会長
会津美里町文化財保護審議会委員
笹川寿夫氏
演題2：「福島県の除染の現状と技術」
講 師：福島県生活環境部除染対策課
佐藤文裕氏、児玉博史氏
演題3：「いわき地域砂浜の放射線量につ
いて」
講 師：福島高専客員教授、
いわき地域環境科学会
プロジェクトマネージャー
中西恒雄氏

参加者：47名

【機関誌「たくみ第13号」の発行】

会員の相互理解・会活動の情報発信手段と
して平成24年1月末「たくみ第13号」の発刊
を行い、会員の他、国・県他関係機関に配布
した。

【技術士国家試験受験啓発活動報告】

1) 関係機関・団体等への受験申込書の配布
(社)福島県建設産業団体連合会、(社)福島県建設業協会、(社)福島県測量設計業協会等に対して、技術士第一次試験・第二次試験の団体会員各社へ受験申込書を送付し所属職員に対する受験啓発の呼びかけをおこなった。

なお、事務局が配布した受験申込書の配布実績は次表のとおりです。

平成24年度技術士第一次試験・平成24年度技術士第二次試験受験申込書等配布実績表

試験種別	配布期間	受験申込書配布部数(部)
第一次試験	H24年6月1日～ H24年7月2日	49
第二次試験	H24年4月2日～ H24年5月8日	59

2) 技術士資格取得講習会

福島県建設業協会の主催で県技術士会から講師を派遣し、技術士受験啓発の講習会を3地域で各1回、3回開催しました。

【会員親睦活動報告】

会員の親睦を目的として、第10回親睦ゴルフ大会を開催しました。

日 時：平成24年11月1日(木)
9時24分スタート

場 所：福島石川カントリークラブ

参加者：10名

—第3回CPD研修会参加報告—

演題Ⅰ「会津戊辰戦争の籠城戦」

講師 笹川寿夫氏（会津史学会副会長、会津美里町文化財保護審議会委員）

（株）東コンサルタント 吉田 善次郎（建設部門／総合技術監理部門）

【研修概要について】

平成25年2月6日（水）にコラッセふくしま401会議室において平成24年度第3回CPD研修会が開催された。今回は、本県として非常に関心の高い3つのテーマについて、それぞれ活躍されている4人の講師の方々をお迎えし、ご講演を頂いた。

演題Ⅰ：「会津戊辰戦争の籠城戦」

講師：笹川寿夫様（会津史学会副会長、会津美里町文化財保護審議会委員）

演題Ⅱ：「福島県の除染の現状と技術」

講師：佐藤文裕様、児玉博史様

（福島県生活環境部除染対策課）

演題Ⅲ：「いわき地域砂浜の放射線量について」

講師：中西恒雄様（福島高専客員教授、いわき地域環境科学会プロジェクトマネージャー）

以下に、ご講演の概要を報告致します。

【演題Ⅰ：「会津戊辰戦争の籠城戦」】

1. はじめに

本県会津を舞台に現在放映されているNHK大河ドラマ「八重の桜」をテーマとして、山本八重をはじめとする多くの女性たちが活躍した会津戊辰戦争の籠城戦を中心に、様々なエピソードを交えながらご講演を頂いた。



研修会の受講状況

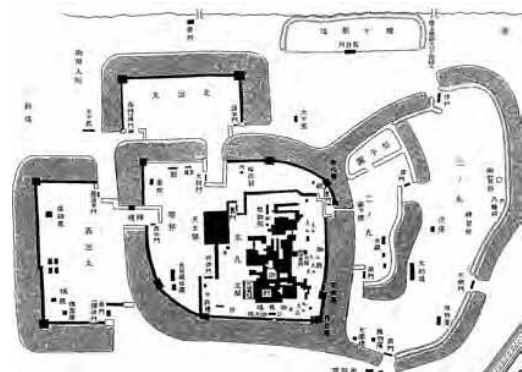
2. 会津の女性たち

会津の女性たちは、会津戊辰戦争が起こるまでは表舞台には出てきていないが、これを機に急激に登場し、その後の明治維新時代においても、目覚ましい活躍をしている。その逞しさと強さの基底にあるのは、会津藩の厳しい躰（女子教育）や「恥辱」の考え方であり、女性たちの中にも会津の精神がしっかりと根付いていたことにある。

講演では、この時代に活躍した会津女性の姿（瓜生岩子、山本八重、海老名リン、山川捨松、若松賤子）が紹介された。

3. 鶴ヶ城について

本題に入る前に、下図に基づいて鶴ヶ城についての詳細な説明を頂いた。お城は天守閣が中心ではあるが、本丸、二ノ丸、三ノ丸、鉄御門、深く高いお堀や石垣など、全体的に強固な防衛線を持つ造りによって、約3万の新政府軍の1ヶ月に及ぶ、総攻撃に耐えることができたことから、お城以外にも是非、関心を持って見て頂きたいと述べられた。また、八重が鉄砲で撃って出た場所（門・土塀）や、周囲の武家屋敷、外堀の外側にある神社、お寺、一般市民の町並みの様子も紹介された。



鶴ヶ城要図



砲弾の跡が残る鶴ヶ城古写真

4. 慶応4年8月23日という日

慶応4年の8月23日は、会津にとって絶対に忘れてはならない「新政府軍が一気に城下に侵攻した」日である。その時に起きた様々な出来事や状況を次の通り述べられた。

①入城促す半鐘連打

非常警鐘が連打されたら城の中に入れという命令が事前にあり、敗兵を含め続々と入城した。

②若松城下から避難の群れ

前日まで、市民は他国での戦争の様な感覚であったが、その日、猛烈に敵軍がやってくると、慌てふためく人々の避難の群れが、北は塩川、西は本郷・高田、南は門田へと続いた。

③白虎隊の自刃、238人の集団自決・日新館の炎上など

新政府軍が市街に入り火を放つが、敵ばかりではなく味方も自分の家を焼いたことから、大火災が起こり、城の周囲も火と煙に包まれ、それを見た白虎隊は飯盛山で自刃する。また、この日、238人が集団自決しているが、最も代表的なものとして、西郷頼母家老一家が、婦女子、幼子を含め21人自害している。

一方、主力部隊を率いて日光で戦っていた山川浩は、容保公の命を受け帰城するが、敵の包囲で入れず、彼岸獅子に扮した奇策で敵が啞然としている間に入城した逸話も紹介された。

5. 籠城戦中の女性たちの活躍

鶴ヶ城に入城した女性たちは、炊事、洗

濯、傷病者の看護、鉄砲の弾丸作り等、後方支援を担っていた。弾丸作りには、子供や年寄りも加わり何万発も作った。八重（当時23歳）はそれに加え、鉄砲や大砲で、新政府軍を狙撃したり、敵軍の弾丸の構造を、御前で科学的に説明したりと、物凄い活躍をした。また、女性たちは、大砲の不発弾が爆発しないように、大鍋と濡れた布団をかぶせる等、危険極まりない作業で、数多く亡くなっている。籠城戦では、大砲で逃げ隠れする男たちに比べ、女性たちの方が、泰然かつ悠々としていた。それは、死ぬ覚悟を持っていた強さであった。この様に、会津戦争の籠城戦は会津藩士だけではなく、女性たちの活躍によって、1ヶ月間も守り通せた。9月22日に、数枚の布を合わせて作った白旗を立てて降参するが、この戦争では白虎隊をはじめ、年寄りから子供に至るまで稀に見る多くの自害者を出し、過去の歴史にない壮絶をきわめた戦いだった。その様な、籠城戦での会津藩の女性たちの生き様、奮闘ぶりをお話し頂いた。

6. 朝敵とされた会津と名誉回復への努力

歴史は勝者側の記録として残され、敗者の論理や記録は抹殺される。幕府や天皇のため尽くした会津藩が朝敵扱いにされ、徹底的に攻撃された無念さから、その後、旧会津藩士たちは敗者の側から見た戊辰戦争の歴史を書いて世に出そうとする。旧会津藩士の北原雅長が「7年史」、同じく山川浩兄弟が、京都守護職時に松平容保公にあてた孝明天皇の書簡の存在を書き、会津藩が朝敵でないことを立証している。

7. おわりに

これまで幕末を描いた大河ドラマは、勝者（薩長土肥）から見た歴史であった。今回の「八重の桜」は、一貫して会津（敗者）からの視点となっており、ドラマの中でも八重の口から「会津は朝敵でねえ。何も悪くねえ。」という言葉が何度もでてくる。この不条理な時代の流れにあっても、会津の精神により、困難に立ち向かい、幾度となく立ち上がってきた歴史を鑑み、震災や風評被害もある現在に重ね、我々のふるさとが、必ず復活することを強く思った次第である。 以上

—第3回CPD研修会参加報告—

演題Ⅱ 「福島県の除染の現状と技術」

講師 福島県生活環境部除染対策課 佐藤文裕氏、児玉博史氏

(株)興起測量設計事務所 白井康博(建設部門/総合技術監理部門)

1. はじめに

現在、福島県では国、市町村により除染が進められている。県では除染をするにあたって実用可能で効果的な除染技術を公募し、県自らが除染実施前及び実施後の放射線量の測定等を実施し、その結果を評価・公表することにより、事業者による新たな除染技術の開発及び市町村等による効果的・効率的な除染の促進が図られることを目的に除染技術実証事業が行われている。今回、会員等の除染に対する理解を深めるため研修会が行われた。

講師は県除染対策課の佐藤文裕氏と児玉博史氏の両氏で、お二方とも既に技術士資格を取得しておられ、我々の活動に対して深い理解を頂き多忙な中お引き受け頂きました。児玉博史氏には除染の概要と面的除染モデル事業について、佐藤文裕氏には県の除染事業実証事業についてそれぞれご講演頂きました。下記に講演の概要を報告いたします。

2. 除染の現状と今後の課題

1) 実施に向けた枠組み

原子力災害対策特別措置法の下での取り組みとして、国、県、市町村の役割が定められた。

国：基本方針の決定、地域指定の要件、処理の基準等の政省令制定。

県：除染実施に向けた財政支援、技術的支援、人的支援等。

市町村：除染計画策定、除染実施等。

2) 推進に向けた支援の枠組み

①事業者等の育成の加速化

除染業務従事者、現場監督者、業務管理者を対象とした除染講習会の開催。

②技術的支援の強化

除染技術実証事業の実施や除染情報プラザの運営による専門家派遣と情報発信・提供。

③住民理解の促進

住民説明会への専門家等の派遣、地域対話フォーラム及び仮置場現地視察会の開催。



写真-1 児玉博史氏による講演状況

3) 面的除染モデル事業の実施について

当事業は、汎用性のある技術を用いて面的除染を実施し、生活圏の放射線量を低減化する手法を検討し、得られた知見を手引書として取りまとめるものである。

○除染技術の課題

今回のような広域的な除染は世界中で事例がなく、効果的・効率的な除染方法は現在のところ確立されていないとのこと。

○対象区域と事業内容

福島市大波地区の約10haを対象区域とし、宅地・農地・森林・道路等を除染対象とした。事業内容は、空間線量率のモニタリング調査、除染実証、手引書の作成である。公共事業との違いは、官地でないところで行うことである。実施にあたっては、各所有者に意向調査を行っており、所有者は除染を実施したい意向はあるものの、プライバシーに関わる工種や個人の意向と反する除染手法等は実施が困難な場合があることが分かった。

○除染効果の検証

・家屋の庭(砕石部) 砕石を全て除去し、

更に土壌を1cm撤去すると88.5%低減することが確認できた。

- ・未耕作の田畑 表土を3cm除去で76.2%、更に客土をすることで81.7%低減が確認できた。
- ・宅地等 家屋に付着した苔や汚染土壌の除去により、地上1cmの空間線量率は40%以上の低減が確認できた。

まとめとして、面的除染は空間線量を一定程度低減する効果は確認できたが、森林や草地では現在の工法では除染効果が低いという課題や減容化技術の開発の必要性も確認された。今後はより効果的な除染方法の検討や継続的なモニタリングを行い除染効果の持続性について検証する必要があると述べられた。

なお、「除染業務に係る技術指針」「面的除染の手引き」は県のHPで公表されている。

3. 福島県除染技術実証事業

県では、実用可能で効果的な除染技術を公募し、県自らが除染実施前及び実施後の放射線量の測定等を実施し、その結果を評価・公表することにより、事業者による新たな除染技術の開発及び市町村等による効果的・効率的な除染の促進が図られることを目的に、平成23年度、24年度に実施された。

平成23年度は177技術の応募に対し20技術を選定。平成24年度は第1回に98技術の応募に対し12技術を選定。第2回では32技術の応募に対し6技術が選定され実証事業が行われた。

その中から主な実証技術の8事業について説明がありました。

1) 平成23年度除染技術実証事業

(主な6事業の紹介)

①回収型超高压洗浄による路面等除染

(清水建設・日本道路JV)

超高压の洗浄水(80~100MPa)を舗装面に噴射し、放射性物質を分離すると同時に汚水を吸引回収する方法。一定の除染効果が認められた。

②道路側溝内高压洗浄吸引システム

(清水建設・日本道路JV)

蓋付道路側溝で蓋を外さないで堆積土砂を除去する方法。高い除染効果があり回収水も

放射性物質を凝集沈殿により検出されないレベルまで除去でき、作業効率の面からも有効性が認められた。

③ショットブラストによる路面等除染

(竹中工務店)

粒径1.0~1.5mmの鉄球を高速で打ち付け表層の研削・除去を行う方法。高い除染効果が認められた。



写真-2 佐藤文裕氏による講演状況

④エンジブルマーによる芝草等除染

(西牧植園(白河市))

サッチ層の除去をエンジブルマー(回転ブラシ)により行い、かき取った除去物をスーパードライヤーにより回収する方法。芝地の除染ではある程度の除染効果が認められた。

⑤凝集剤による汚水処理

(福島県建設業協会・クマケン工業(秋田県))

プール施設や農業用ため池等の放射性物質を含む水について凝集沈殿処理を行い浄化する技術。凝集沈殿により放射性物質が検出されないレベルまで除去できることが認められた。

⑥モミガラによる河川水等の除染

(庄建技術(南相馬市))

ネットに入れたモミガラを水路等に設置して、流水に含有している放射性セシウムを吸着する方法。高い除去効果が認められた。小水路の水処理等に広く適用が可能。

2) 平成24年度除染技術実証事業

(主な2事業の紹介)

①循環回収型高压洗浄

(アイワコーポ(郡山市))

除染機に接続した様々な洗浄ノズルを用い

て、高圧洗浄を行い洗浄水を回収する方法。様々な対象物に対して広く除染効果が確認され、狭小な場所ではより効果的である。

②人工芝の充填砂除去による除染

(ターフサイクル (東京都))

集塵機付きレノマチックにより人工芝等の充填材の抜き取りを行い、人工芝フィールドの除染を行う技術。一定の除染効果が認められ、砂入り人工芝に対して有効な手法と考えられる。

これらの除染技術実証事業の実地試験結果については公表されており、福島県生活環境部除染対策課のホームページに掲載されている。



写真-3 講習会受講状況

4. おわりに

放射線の除染については、諸についたばかりであり講演にもありましたが、今回のような広域的な除染は世界的に例がなく、効果的・効率的な除染方法が確立されていないのが現状である。

また、中間貯蔵施設の選定では地域住民との間で合意が得られず、なかなか先が見通せない状況となっている。

福島県民としては、一日も早く元の環境に戻して頂くのが最大の願いであり、国、県、市町村が一体となり、海外の先進的な技術の支援も受けながら取り組んでいく必要があると思う。また、我々技術者も個人あるいは企業としての業務を通して、持てる技術力を発揮し何らかの形で力になればと思います。(講演時点での報告です。)

(以上)

演題Ⅲ 「いわき地域 砂浜の放射線量について」

講師 福島高専客員教授、いわき地域環境科学会プロジェクトマネージャー 中西恒雄氏

協和ボーリング(株) 中田嘉久(建設部門)

1. はじめに

いわき地域環境科学会では日本財団の助成事業として、2009年から「永崎海岸浄化プロジェクト」を実施されてきましたが、2011年3月11日の東日本大震災によって、活動の場であった永崎地区が被災し、プロジェクト事業の継続が困難な状況になってしまいました。しかし、震災復興のための活動に内容を変更し、津波被害の軽減効果があった海岸林の調査を行い、災害に強い町づくりへの提言を目指すとともに、原発事故による海岸域の放射線量を測定することによって、海岸での環境学習やレクリエーション復活のための安全確認を目的として事業が継続されてきました。

これらの「いわきの海岸環境復元プロジェクト」の活動の様子をご講演頂きました。下記にその概要を報告いたします。



写真-1 いわき地域環境科学会
プロジェクトマネージャー中西恒雄氏

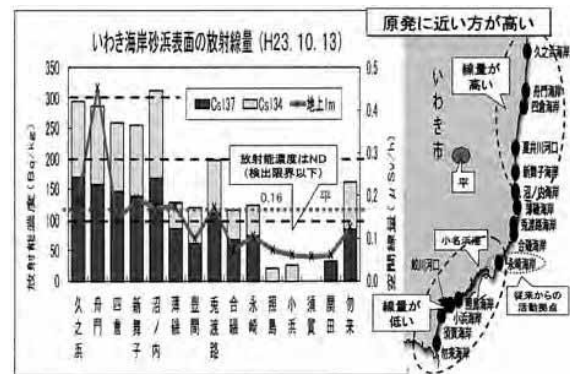
2. 海岸砂浜における放射能汚染について

いわき市海岸砂浜における放射能汚染は、通常の土壤汚染とは異なる状況にあった。

「通常」は上空の塵に含まれた放射能物質が降下して表面付近に集中しているが、「砂浜」では海水に含まれた放射能物質が浸入し、下層部に高濃度の汚染があることが分

かった。

2011年12月1日、永崎海岸の砂浜で採取した砂から、最大で4040ベクレルの放射性セシウムを検出したと発表された。



原発に近い方が放射線量が高い

行政による海岸の放射線量調査は殆どなく、科学会自身で調査し、海岸での安全確認を行っている。

砂浜の放射能汚染の調査結果（初期段階）

- ①いわき海岸砂浜の放射線量は、原発に近い北部で高く、南部で低い傾向にある。
- ②砂浜の放射能濃度分布は、海水が浸入する砂浜では30~60cm下層部を中心に放射能濃度が高くなっている。
- ③砂浜の放射能濃度は、低減する傾向が認められる。
海に近い方の低減が早い（海水で徐々に洗浄されている）。
- ④夏井川河口砂浜（内陸側）の汚染濃度が高いのは、河川水からの影響と考えられる。

いわき海岸における放射能汚染は、徐々に低減してきているが、低減にはバラツキがある。

- ①波打ち際は大きく低減しており、一部の

平成24年9月の調査としたが、舟門と四倉海岸については、8月26日の調査となった

調査の種類	久之浜	波立	舟門	四倉	夏井川河口	新舞子海岸	沼ノ内海岸	豊岡海岸	合磯海岸	永崎海岸	照島海岸	小浜海岸	岡田海岸	勿来海岸	計
放射能調査調査地点数	0	1	1	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	26
海上追加調査地点数	2	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	0	0	6
陸上追加調査地点数	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
陸上追加調査地点数	4	1	3	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	62
調査員数(3名)	10月	11月	12月	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10



放射線量調査を行った海水浴場と調査地点数

海岸では、原発事故前の状況に戻りつつある。

- ②放射能物質（泥、土砂など）を含んだ水が流入する場所では、余り低減していない。

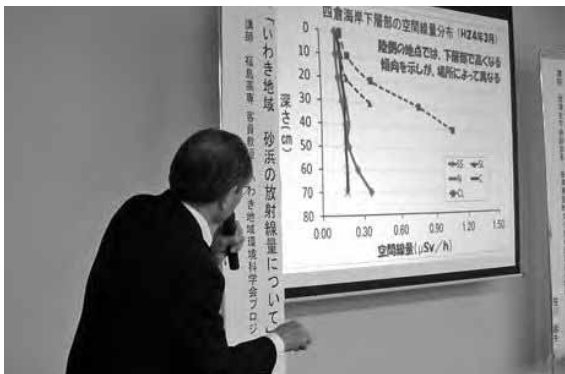


写真-2 中西恒雄氏による講演状況

永崎海岸砂浜における放射線量測定(事前活動)

本格的な放射線量調査活動を開始する前に事前調査を行った海水が影響する砂浜の下層部に高濃度の汚染があることが分かった



海水が影響する砂浜の下層部に高濃度の汚染がある

3. おわりに

波打ち際に近い砂浜については、原発事故前(約0.4μSv/h)に近い状態であり、子供達が安心して遊べる状態になっている。しかし、砂浜の下層部には放射能濃度が高い所も多い。

放射能濃度の変化は、洗浄による変化は小さく、砂の移動による放射能濃度の変化が大きいと考えられる。

そこで、いわき地域環境科学会としては、今後の放射能調査として、

- ①いわき市海岸部の放射能調査は継続する。
 - ②環境学習・イベント開催時、参加者自身による放射能調査を拡大・継続する。
 - ③海岸における放射能汚染変化のメカニズムを調査する。
- などのことが考えられている。

原発事故で海岸環境は大きな被害を受けた。一日も早く海岸環境が復元し、子供達の笑顔が見える海岸になってほしいものである。

(以上)

●技術士CPD研修会

—第1回CPD研修会参加報告—

演題 I 「ふくしまの復興」

講師 公益財団法人 福島県都市公園・緑化協会 理事長 秋元正國氏

株式会社 日本技術ガイドセンター 北原 賢 (建設部門/総合技術監理部門)

1. はじめに

公益財団法人福島県都市公園・緑化協会理事長 秋元正國氏をお迎えし、「ふくしまの復興」と題してご講演いただきましたので、ご紹介いたします。

秋元氏は、いわき市のご出身で東北大学工学部土木工学科をご卒業後、福島県に入庁、土木部長を最後に退職され、現職に就任されました。

公益財団法人福島県都市公園・緑化協会が管理するあづま総合体育館は、東日本大震災による避難場所として避難者の生活等を支援されました。その経験などを踏まえたご講演内容は、今後大規模災害が発生した場合の実践的な対策を立案する上で、大変有用な情報であったと思います。

以下にご講演内容の概要をご紹介いたします。

2. 福島県の被災状況と対策

東日本大震災という前代未聞の大災害、或いは只見川流域災害などにより、福島県は三重苦・四重苦・五重苦を背負いながら復興対策を行わなければならないのが実状である。大震災・大津波に対しては高台移転・海岸堤防・防災緑地等の災害復旧および再生・復興まちづくり、原発事故に対しては除染対策や中間貯蔵施設の建設および健康や食品などの不安に対する管理等々の対策が必要である。あづま総合体育館においてはピーク時2,500人ほどの避難者支援を行ったが問題点も多く発生し、また避難者対応の体制図が整ったのは被災後1ヶ月後であり、マニュアルもない中での支援であったそうです。マニュアルづくりも大切な対策の根幹であり、その必要性から県災害復旧本部に提言されたそうです。



写真-1 秋元正國先生による講演状況

3. 「多重防御」の考え方

福島県では東日本大震災により甚大な津波被害を受けた地域において、「多重防御」による総合的な防災力が向上したまちづくりを目指しています。

すなわち、従来の海岸堤防のみによる「一線防御」から、海岸堤防の嵩上げ、防災緑地、道路、土地利用の再編など、複数の手法を組み合わせた総合的な防災力向上対策です。特に東日本大震災では、海岸防災林が津波被害の軽減効果を発揮したので、福島県沿岸部の復興まちづくりの一環として、防災緑地の整備を進めることにしました。肝要なのは防災緑地のデザインですが、ソフト・ハードを併せた対策を実施することによって、千年に一度の対策も可能になると、秋元氏は述べておられました。(防災緑地計画ガイドラインは福島県土木部のホームページに掲載されておりますのでご参照下さい)

4. 復興への道のり

復興対策を実施するためには、多様な主体による多様な取組が必要である。秋元氏らは福島県の復興を促進するために、幅広い異業

種交流による「放射能問題ワークショップ」を開催しています。分科会も開催されるなど、産学官民連携によるワークショップへの参加者数は増加傾向にあり、最近では200名程度と多数の参加者による意見交換が行われているそうです。将来は新産業の創出も必要と考えられますので、ワークショップにおける今後の活発な活動に期待したいと思います。

ところで、福島県の復興は、原子力に依存しない安全・安心で持続的に発展可能な社会づくりも肝要です。このような観点から、本県では林地が放射性物質に汚染され深刻な影響を受けていることから、新たなエネルギー資源としての活用が行われようとしています。すなわち、バイオマス・プラントの運転です。現在稼働中のプラントの他に県内でも4箇所計画されているそうです。

一方では迷惑施設との見方もありますが、自分の所の物は自分のところで処分するという首長さんもいることから、木材利活用の意味からも恒常的な運転に期待したいと思います。

5. 復興まちづくり

福島県の復興まちづくりにおける課題として、中間貯蔵施設および廃炉工程・技術などの技術開発等が必要です。これらが進展して技術的に成功したものになれば世界トップの技術になることは間違いありません。しかしながら、例えば汚染土壌の仮置き場に置かれた土嚢袋の強度には問題があり、実際問題として数年後に重機で中間貯蔵施設へ搬出できるかなど、喫緊な課題に対する克服がまず必要であり、今後の技術開発に頼るところは大きいとのことでした。

また、チェルノブイリ原発事故による汚染が最もひどい地域であるベラルーシ共和国の人々がどのように生き抜いてきたかを学習することも復興まちづくりに有用であり、今後は、同じ原発事故の被災地であるベラルーシとの交流を深め、得られた知識を復興対策に役立てることも必要と述べられました。

6. おわりに

「ふくしまの復興」を進めて行く上で、従来からの課題である少子高齢化社会にも取り組みながら計画して行くことが大切である。また、高齢者と女性の社会進出および環境にも配慮しながらの被災対策が大切である。すなわち、時代はシルバー社会からプラチナ社会へと変遷しており、量より質への対応が余儀なくされていると述べられ結びとされました。

秋元氏のご講演は、今後の「ふくしまの復興」のガイドになるものと思います。貴重なご講演、本当にありがとうございました。

以上

—第1回CPD研修会参加報告—

演題Ⅱ 「環境の未来と21世紀のミッション」

講師 青木環境技術士事務所 青木敏春氏（環境・衛生工学部門）

株式会社郡山測量設計社 橋本清一（建設部門／総合技術監理部門）

1. はじめに

平成25年6月14日（金）にコラッセふくしま多目的ホールA Bにおいて、青木環境技術士事務所代表の青木敏春氏を講師にお迎えしご講演を頂きました。

青木氏は、呉羽化学工業(株) [現：(株)クレハ] と(株)呉羽エンジニアリング [現：(株)クレハエンジニアリング] に勤務され、退職後は青木環境技術士事務所代表として、環境問題の講演活動や環境教育活動に従事されています。

本講演は、全世界的な問題でもある地球環境について、その原因と課題を多方面からの分析によりあぶり出し、グローバルな視点で客観的に観察する必要があることをご講演頂いたものです。

以下に講演内容の概要を報告いたします。

2. 講演の概要

2-1. 地球環境の現状と課題

地球環境の現状は、以下の図に示すような危機的状況にある。

- ①人口の爆発的増加による資源消費や環境負荷の規模は、2030年には自然再生能力の2倍になると予想され、水不足、気候変動、



大気汚染、回復不能な生物多様性の喪失などの問題が発生している。

- ②化石燃料の枯渇と低炭素化社会へ対応するため、安定供給できるエネルギーの確保が重要である。しかし、シェールガスやエコカーに使われるレアアースなどは、採掘に用いられる化学物質や原料抽出後の廃水に、多くの有害物質や放射性物質が含まれ、環境汚染や採掘現地での健康被害を引き起こしている。

- ③地球温暖化による永久凍土の融解と深層海流大循環システムの弱まりによる北極海融氷の進行でメタンが溶け出し、環境汚染が加速する。温室効果ガス濃度を安定化させるためには、CO₂濃度を450ppm以内に抑え、産業革命以前からの平均気温の上昇が摂氏2℃を超えないようにすべきである。

- ④地球温暖化による影響は、大規模な山火事や各地で発生する竜巻、巨大なハリケーン、季節外れの大雪等の異常気象を頻発させ、洪水や旱魃を引き起こす。これらは水不足や砂漠化を誘発し、世界各地で飢饉による食糧不足が発生する。

- ⑤農産物や工業製品を生産するのに必要な仮想水（バーチャルウォーター）は、牛丼一杯を作り出すために約3.8t必要である。2005年に海外から日本に輸入されたバーチャルウォーター量は約800億m³で、これは、日本国内で一年間に使用する水量と同等である。食料自給率が40%の日本は、世界からの水によって支えられており、アメリカのオガララ帯水層枯渇などによる地下水の減少は、世界的な食糧争奪を引き起こす恐れがある。

- ⑥中国から黄砂を伴って越境するPM2.5による大気汚染の拡大が問題となっている。PM2.5は、ぜんそくや気管支炎など呼吸器疾患の原因や、肺がん、心臓・循環器系疾患への影響も懸念され、健康に有害であると見られている。



写真-1 青木敏春先生による講演状況

2-Ⅱ. 21世紀のミッション

21世紀は、有限な地球環境の中で経済社会を持続し得るものに変革するため、持続可能な開発（発展）の実現・具体化を図ることが重要となる。

特に、途上国の経済成長に伴う環境負荷の抑制や新たな開発パターンへの転身等を支援し、地球温暖化の克服手段を確立する。

サステナビリティ（持続可能性）な社会を実現するため、気温上昇を2℃以内に抑えるあらゆる方策を講じる必要がある。

そのためには、温室効果ガスを大幅に削減する「低炭素社会」、資源の消費や廃棄物を削減（Reduce）、再使用（Reuse）、再資源化（Recycle）する「循環型社会」、自然の恵みの享受を継承する「自然共生社会」の3つを統合した「持続可能な社会」の実現を図る必要がある。

東京電力福島第一原子力発電所事故により、国際的にも注目されている我が福島県は、再生可能エネルギーの「先駆けの地」として、「福島県再生可能エネルギー推進ビジョン」（平成24年3月）で掲げた、原子力に依存しない各種エネルギー研究や産業集積等の拠点として期待されている。



3. おわりに

「地球の将来を決める今後20～30年間の環境対策は、地球温暖化対策の目標を設定し、2℃以内の気温上昇で安定化させる有効対策の執行と、エネルギー自給率30%を目指した再生可能エネルギーの開発・導入など、環境に配慮した取組みが報われる社会の構築が重要である。」と結ばれました。

今回の青木氏のご講演では、地球規模での「環境革命」の重要性や、福島の資源を生かした技術開発の必要性など、技術者同士が連携・協力していかなければならないと痛感しました。

最後になりましたが、ご多忙の中、貴重なご講演、本当にありがとうございました。

以上

—第2回CPD研修会参加報告—

「福島第二原子力発電所」内の現場視察に参加して

(公財) 福島県下水道公社 山 岸 和 宏 (上下水道部門)

1 はじめに

平成25年11月5日第2回CPD研修会として、福島第二原子力発電所現場視察が、21名の参加者により開催された。

平成23年3月11日14時46分に発生した東北地方太平洋沖地震に伴う津波により、福島第一原子力発電所にあつては深刻な原子力災害が発生した。

当時、福島第二原子力発電所においても、原子力災害対策特別措置法の対象となる深刻な事案が発生していた。

今回、当時の被災・対応状況及び現在の状況について現場研修を行う貴重な機会を得ることが出来た。

2 被災と対応

現地視察の前に福島第二原子力発電所原子力安全センター所長丸茂様より、震災時の対応等について以下の説明がなされた。

(1)被災

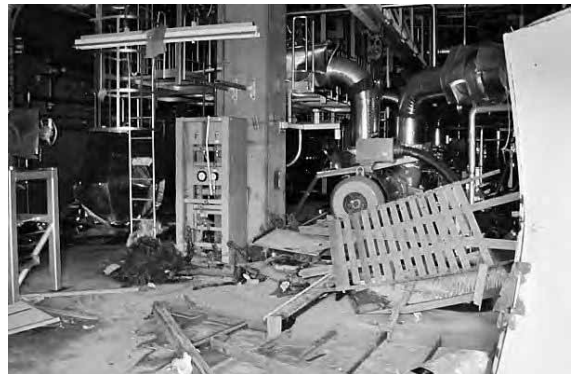
地震発生時、福島第二原子力発電所の全号機（1～4号機）が定格熱出力運転中であつたが、全号機が「地震加速度大」により自動停止となった。

しかし、その後15時40分頃到達した津波により、海側の海水熱交換器建屋が浸水したことで原子炉除熱のためのポンプが使用不能となり、原子力災害対策特別措置法第10条—原子炉除熱機能損失に該当する事案が発生した。

この津波は同建屋部で浸水高海拔約7m、遡上部では海拔15mに及び、前年7月に運用開始した免震重要棟1階をも浸水させるものであつた。



津波到達の状況



津波による設備被災

(2)被災への対応

この事案解決のため以下の対応が取られた。

- ①設備被害の確認と復旧優先順位の決定
- ②復旧機材の緊急調達
- ③現場における機器及び電源の復旧

そして、3月14日には残留熱除去系ポンプを稼働し、原子炉の冷却が開始され、翌15日7時15分には全号機での冷温停止が達成された。

この説明中、総延長9kmの仮設ケーブルを手作業によりほぼ1日で布設したとの話があり、小規模ではあるがプラントに勤務する者としてその作業内容に驚嘆した。



仮設ケーブルの布設

(3)被災経験からの課題対応

福島第二原子力発電所が福島第一原子力発電所の様な過酷事故に至らなかったのは、全交流電源喪失とならなかったことが大きかったとのことであった。(第二では4系統中1系統が使用可能であった。)

この経験から、電源車やガスタービン発電機車配備等のハード整備だけではなく、その供給を所員自らが行えるよう訓練を実施するなど、ソフト面での対応にも取り組んでいる等の説明がなされた。



電源ケーブル接続訓練

3 現在の状況

事前説明の後、以下の現地視察を行った。

なお、冷温停止維持に必要な設備は本設復旧が完了しているとのことであった。

①研修施設

サイトシミュレーターによる過酷事故後の訓練の様子(録画)

②屋外道路

大型土のう+Coによる仮設防潮堤
建屋外部の津波被災状況

③海水熱交換器建屋

浸水被害状況

(浸水した開閉器には海砂等が付着し、津波被害を実感するものであった。)

津波対策として新設した防水扉

④原子炉建屋

冷温停止状況

放射線被ばく管理状況

4 おわりに

今回は通常見学では立ち入ることの出来ないと思われる原子炉压力容器下部等も見学することができたことはもちろん、先輩諸氏の質問・意見等を拝聴することができ非常に有意義な研修であった。

しかしながら、福島第二原子力発電所からの帰路のバス車窓から見た明かりの灯されていない生活感の無い町の風景に、復興の道半ばであることを痛切に感じる事となった。



参加者写真(サイトシミュレーター前)

最後となりましたが、ご多忙の中、丁寧な対応をいただきました、設楽親所長様をはじめとする福島第二原子力発電所の皆様様に、深く感謝申し上げます。

以上

●寄稿 ふくしまの再生と未来



福島県沿岸部の津波被災農地の復旧と 農村社会の再生

福島県相双農林事務所農村整備部長 佐川 積成（農業部門）

1 はじめに

平成23年3月11日に発生した東北地方太平洋沖地震とそれに引き続く大津波は、多数の死傷者、行方不明者、家屋の全半壊や産業・交通・生活基盤の壊滅的被害など、浜通りを中心に県内全域に甚大な被害をもたらしました。

本県をさらに困難な状況に追い込んだのは、その後発生した東京電力福島第一原子力発電所の事故であり、自主的に避難している方を含めて14万人に及ぶ県民が県内外に避難しています。また、9町村が県内外の地域に役場機能を移転せざるを得なくなったほか、原発から100km離れた会津地方を含めた県内全域に風評被害が及び、農林水産業のみならず製造業を含めたあらゆる産業が大きな打撃

を受けるなど、原子力災害は、文字通り本県の基盤を根底から揺るがすものとなっています。

2 被災の状況

福島県における東北地方太平洋沖地震とそれに引き続く大津波による農地及び農業用施設の被害額は表-1のとおり約2,300億円となっています。最大震度6強を観測した地震では、パイプラインを含む水路や農業集落排水施設、農道が破損するとともに、多くのため池で堤体が損傷し、藤沼湖や青田新池などの決壊が発生しました。大津波では、沿岸部の約5,462haの農地が浸水し、湛水防除施設や農地海岸の保全施設を含めて壊滅的な被害を受け、地震による地盤沈下も重なり、広大



写真-1 南相馬市八沢地区の浸水状況

表一 平成23年度東北地方太平洋沖地震の被災額

(単位：千円)

区分	県全体		相双管内		比率
	箇所数等	被害額(千円)	箇所数等	被害額(千円)	
農地・農業用施設被害額		232,258,000		188,413,000	81.1%
農地	1,283か所	93,507,000	52か所	89,039,000	95.2%
農業用施設	2,950か所	88,901,000	485か所	73,725,000	82.9%
農業集落排水施設等	105か所	24,431,000	5か所	230,000	0.9%
海岸保全施設	20か所	25,419,000	20か所	25,419,000	100.0%

※公表されている平成23年4月27日現在（第2報）による。

※原発20km圏内は、航空写真で把握できる範囲のとりまとめ。

表二 平成23年度東北地方太平洋沖地震の災害査定額

(単位：千円)

区分	団体営災		県営災		合計	
	箇所数	事業費	箇所数	事業費	箇所数	事業費
農地・農業用施設被害額	890	50,750,274	138	40,085,097	1,028	90,835,371
農地	358	41,836,138	16	4,944,645	374	46,780,783
農業用施設	522	7,794,693	93	15,156,083	615	22,950,776
農業集落排水施設等	10	1,119,443			10	1,119,443
海岸保全施設			29	19,984,369	29	19,984,369

※査定箇所数は分離査定を実施している関係上被災箇所数とは一致しない

な農地が排水不能となりました。

相双農林事務所管内の農地及び農業用施設の被害額は表一のとおり約1,900億円、県全体の82%を占めています。農地海岸においては相双農林事務所が管理するいわゆる農地海岸20海岸の内19海岸が被災し、排水機場においては34排水機場中1機場を除く33機場で被災しました。また、津波による農地への被害は約5,282haと相双管内農地の約1/4に及んでいます。災害査定は被災調査が完了した地区から順次受検し、原発による避難指示区域等を除いて平成24年1月末には完了し、現在まで警戒区域の見直しに合わせ随時被災調査を実施した結果、相双農林事務所管内の農地・農業用施設の災害査定額は、1,028箇所908億3,500万円となっています。

3 復旧の状況

沿岸部は、従来から低位部で排水不良地帯が多く、機械排水に依存せざるを得ない状況であったため、排水対策を最優先として災害復旧に取り組んできました。平成23年度には、排水機場や農地海岸の応急工事を進め、平成24年度までに県営事業については、約9割の地区で工事に着手し、早期の完了を目指し復旧工事の加速化を図っているところで

す。今後、排水対策に引き続き津波被災区域の農地復旧を本格的に進めていく計画です。復旧方法としては、ガレキ除去や除塩などの復旧工事を団体営事業で実施し、地域の復興土地利用計画との調整や農地集積を促進するため、ほ場の大区画化による復旧が必要な農地については、県営事業で復旧を進めていくこととしています。区画整理を伴う農地復旧は、地区ごとに進捗度合いが異なりますが、受益者の意向とりまとめや土地改良法の手続き等を終えた地区から、速やかに詳細設計を行い工事に着手することとしており、平成25年度中には全ての地区で工事に着手する予定です。しかしながら、旧警戒区域においては、市町村毎に除染や土地利用計画策定、住民の意向等の状況が異なることから、津波被災農地を含む農地及び農業用施設等の復旧には、さらに調整が必要となっています。

4 ほ場整備事業と復興土地利用計画

現在、相双農林事務所管内では旧警戒区域外で7地区約1,200haのほ場整備事業を実施し、津波被災農地の災害復旧とともに土地利用調整や農地集積を円滑に行うため、ほ場の大区画化を推進しています。(図一)

ほ場整備事業は広域にわたる面的事業であ

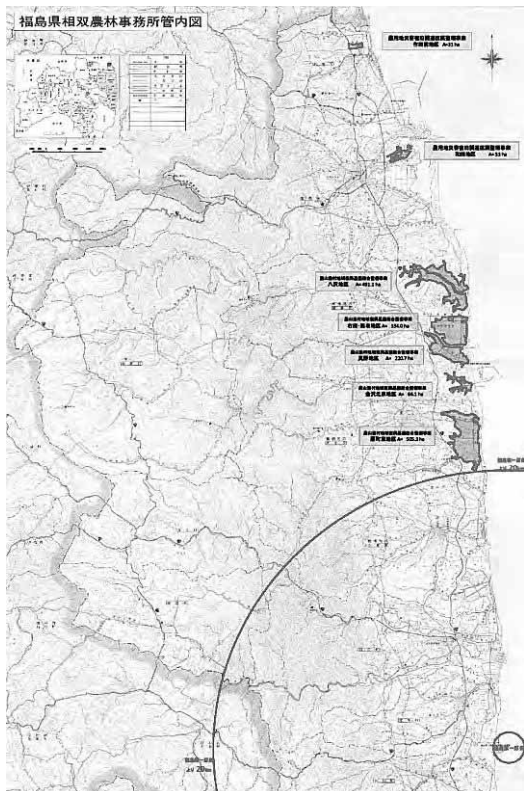


図-1 ほ場整備事業位置図

るために、地域の将来の発展を規定する骨格を与える基盤整備としての性格を有していることから、事業計画では津波被害を受けた沿岸地域の農業者や関係する市や町と密接な連携を図るとともに、各市町の復興土地利用計画との調整を図り、その実現のため県道、海岸防災林、再生可能エネルギー及び工業団地用地などを確保するなど、各市町の震災からの復興を支援し将来に向けた復興土地利用計画を具現化する重要なツールとなっています。(図-2)

ほ場整備事業は農地の拡大と集積、担い手の育成とともに、従来から土地利用計画の一つとして位置づけられ、土地利用の秩序化を図り非農用地的土地需要の増大による無秩序な農地転用を防止し、また、適切な位置に誘導して優良農地を確保するために農地を集団化するとともに、河川や国県道等の新設用地や地域の活性化のための施設用地などを換地の手法で生み出し計画的に配置することにより、農用地区域と非農用地区域の秩序化を図り、将来にわたる土地利用を促進してきました。

津波被災農地の復旧・復興を図るには、農業面だけではなく地域の復興土地利用計画に基づいた土地利用構想や公共施設の配置計画に十分留意し、地域住民全体の合意を形成し、農用地と非農用地を一体とした地域の土地利用計画を策定し、土地利用の秩序化を行うことが重要かつ有効です。このような大規模な土地利用調整は、ほ場整備事業の中で一挙に実施することにより初めて可能であり、しかも事業の際に一度しか機会がないことから、ほ場整備事業を有効に活用し、土地利用の秩序化を図り地域の復興土地利用計画を実現することは、将来にもわたる歴史的な意義を持っています。今後も旧警戒区域内の町村の復興土地利用計画を具体化し早期の復旧・復興を図るためのツールとしてほ場整備事業は重要な役割を果たすものと考えます。

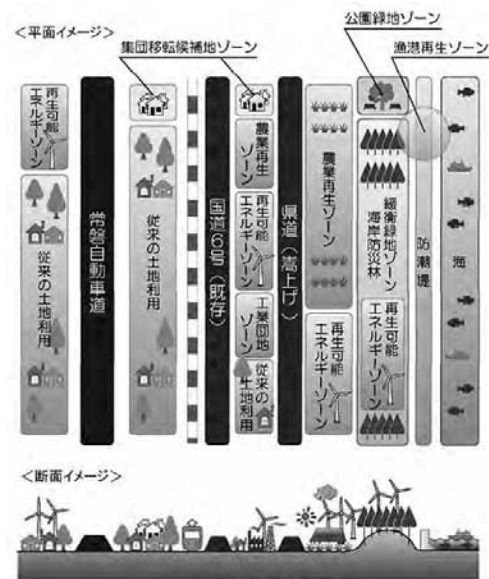


図-2 土地利用イメージ図

5 農村社会の再生

被災地の復旧・復興には、耐力性を持ち回復力の早いレジリエンス性の高い国土づくりが求められています。現在、海岸保全施設においては高潮や津波により、すぐには崩壊しない「粘り強い」堤防の築造が進められ、併せて十分な盛り土高と幅員を持った海岸防災林を造成し、災害からの多重防除を図る計画です。また、ハードとソフトが一体となった総合的な防災対策として、特にため池におい

ては耐震点検・調査、安全度評価などを行いその結果に応じ耐震化工事を実施するとともに、これらハード対策と平行し、ハザードマップ作成の支援や、豪雨や大規模な地震に備えた情報連絡・監視体制の構築を進めているところです。

レジリエンスを考える際重要なことは、構造物の耐震化といったハード面の強化だけではなく、大規模災害が起きたときの避難体制、情報伝達体制、必要最低限のインフラの確保、回復に向けての組織づくり等、ソフト面での体制づくりも必要です。従来より農村社会は相互扶助のもと、渇水や洪水など様々な事態に迅速に対応できる強いレジリエンスを持ち、また、農業、農村は多面的機能を有し、国土強靱化において必要欠くべからざる役割を果たしてきたものの、近年生活様式の変化や、過疎化、高齢化によってそれらの機能は衰弱してきました。さらに現在は東北地方太平洋沖地震による津波や原発事故により未だに避難生活を強いられている方々が多数いる中、農業者の減少に伴い農村や土地改良区のレジリエンス低下は一層顕著になっています。

津波被災農地の復旧・復興を図り、農村社会の再生を図るためには、ほ場整備事業による農業の体質強化のための農地集積の促進と、地域の復興土地利用計画の実現を図り、併せて様々な営農形態に対応した細やかな支援体制による、生産体制の組織づくりや生活環境の整備等を行い、レジリエンス性の高い農村社会のコミュニティーの再構築を図る必要があります。我々農業土木技術者にはハード面での技術力はもとより、地域の振興を図るためのソフト面の能力が強く求められています。

現在、復興・復旧のための技術者、労働者、資材等の不足とともに、原発事故による影響を早期に解決するための難問が山積していますが、農業・農村の復興なくして、ふくしまの再生はあり得ないと考えます。被災各市町村の復興土地利用計画の早期実現はもとより、レジリエンス性を持った持続的発展が可能な農村社会の再構築がふくしまの再生には欠かせないものと考えています。

●寄稿 ふくしまの再生と未来



ふくしまの森の再生に向けて

福島県いわき農林事務所森林林業部

副部長 柳田 範久 (森林部門)

1 はじめに

平成23年3月11日、当時私は南会津合同庁舎におり、震源地から100km以上も離れていたが、これまで経験したことがない大きな揺れを感じた。家族はいわき市に在住していたため、テレビで津波の映像を見て家族の安否を心配し、連絡がついたのは相当時間が経ってからである。職場での災害対応を終え、自宅に戻る途中、いたるところで道路の陥没や土砂崩れによる通行止があり、迂回しながらようやく自宅に戻ることができた。

震災から2年経った今年4月から9年ぶりにいわき勤務となった。以前担当していた現場等に大きな被害は無かったのではあったが、管内の林業関係の被害は200件以上に上り、被害額も約24億円であった。

本報告では、まず、いわき管内における震災からの復旧状況について述べ、次に、森林林業関係の福島第一原子力発電所事故への対応について紹介したいと思う。

2 いわき管内における災害の復旧状況 【防災林造成事業「新舞子地区」】

当該地区は、東北地方太平洋沖地震により発生した津波により、新舞子地区（いわき市平藤間地内）の保安林のマツが冠水や根抜け、倒伏により枯損した。震災直後に保安林の調査を行ったところ、海岸マツ林の被災面積は約19.5haで、このうち防潮堤用地等を除いた森林整備が必要な面積は約15haであった。工事は、海岸防災林造成事業により平成24年度から実施しており、枯損したクロマツ等を伐採し、跡地にクロマツ（コンテ苗）を植栽している。また、植栽したクロマツ苗木を潮風から守るため木製の防風柵を海側に設



写真-1 調査時点の枯損状況(新舞子ハイツ付近)

置している。

なお、震災後の調査時には、枯損等が見られなかった保安林においても、最近立枯等が新たに発生していることから、森林整備の必要な区域を追加して、海岸保安林機能の復旧を進めることとしている。

当該地は、古くは江戸時代から防風や潮害回避のための松の植栽がされてきており、明治36年9月23日に潮害防備保安林、防風保安林に指定され、海岸防災林の造成を行ってきた。

今回の津波により太平洋沿岸の海岸林は大きな被害を受けたが、幸い管内の海岸林は、相双地方の様な壊滅的な消失は免れ、マツの木が残存したことにより、既存の保安林の森林整備をすることで防災機能を回復させることとしている。

一部の海岸林の再生について、針葉樹のクロマツではなく、広葉樹を造成当初から植栽する動きがあるが、海岸砂丘地での広葉樹の活着は困難が多く、安易に植栽することは避けるべきであると思う。樹木医としての立場からの意見でもあるが、海岸の最前線には飛

砂、潮風、寒風に十分耐えうるクロマツなどを植栽し、陸側は十分な樹高を持つ針葉樹のクロマツの他、カシワ、タブノキなどの広葉樹を植栽するような植栽地の環境に応じて、長期視点に立った整備が必要であろう。長年、先人の苦労のもとに造成されてきた海岸林の再生について、もう一度振り返り参考にすることも大事である。

以前、クロマツ単純一斉林の改善を図り、防災林としての機能を向上させるため、下層に広葉樹を植栽する試験を行ったりしたが、効果を確認する前に津波の被害に遭ってしまったことは、残念でならない。



写真－2 クロマツのコンテナ苗(直根が特徴)

【林地荒廃防止施設災害復旧事業「金ヶ沢南地区」】

いわき市久之浜町金ヶ沢字戸ノ入地内における「金ヶ沢南地区」は、平成15年度から海岸防災林造成林事業により、海岸の背後に存在する鉄道（JR常磐線）や市道を波による浸食から防止するため、根固工（異形ブロック）を施工し、震災前は、根固工の消波効果により海岸林の浸食防止を図っていた。

しかし、東日本大震災により発生した大津波により異形ブロックが流出し、背後の保安林も地震により崩落し、施設の一部が埋没す

る被害を受けた。

このため、林地荒廃防止施設災害復旧事業により震災前の根固工を所定の天端高まで再設置し、浸食防止効果を復旧する工事を行った。



写真－3 被災状況（金ヶ沢南地区）

【災害関連緊急治山事業「綱木地区」】

いわき市田人町石住地内における「綱木」地区は、平成23年4月11日発生の地震（震度6弱）により山腹面が崩落し、下方の人家3戸が被災した箇所であり、その後の拡大崩壊により甚大な被害をもたらす恐れがあるため、山腹面の早期復旧を図るものである。

区域の地質は、御所変成岩類と称される変成岩であり、片理面や節理が発達し、面に沿って剥離しやすい状況であった。そのため、岩盤崩落や岩盤すべり等の土砂災害が発生しやすい地質的素因があり、地震による地殻変動により脆弱層が耐えきれずに移動、崩落したと考えられた。

崩落の規模は、高さ約160m、幅約60m、斜面長約275m程度であり、斜面勾配は、16～40°であるが、局所的に60°を越す急峻な地形も見られた。

復旧工事は、1.48haの山腹工であり、主に災害関連緊急治山事業により実施した。工事内容は、法切工13,251m³、土留工（鋼製）3基（119.2t）など大規模な復旧工事となった。なお、当該地区は、平成25年12月に概成する予定である。

森林林業関係における復旧事業は、海岸から山間部にかけての森林の保全を目的に実施しており、復旧工事も多岐に渡る。また、震災の被害は、治山事業の他、林道の被災も



写真－４ 綱木地区の崩落状況

あったが、林道関係の復旧工事はすべて完了しており、治山関係の災害復旧等についても、徐々に完了しつつある。

3 ふくしまの森林再生

森林部門においては、森林土木事業のほか、林業関係への対応も大きな課題である。原発事故に起因する放射性物質は、広範囲に降り注ぎ、県土のほとんどが放射性物質に汚染された。基本的に除染は、環境省の所管であり、現在、森林の除染は、生活圏の森林（林縁から20m）について認められているにすぎない。

私たちはこれまで森林から用材としての木材ばかりでなく、蒔やきのこ原木、さらにきのこや山菜等その他多くの恵を受けてきた。これまで当たり前の様に森林から受けてきた恩恵が今利用できない状況にある。本県では、木材の生産やきのこの生産が盛んであったため、放射性物質の影響は計り知れないものがある。食品の緊急時モニタリングにおいても野生きのこ類は県内のほとんどの市町村で出荷制限されており、風評被害も未だに根



写真－５ 綱木地区の概成

強く残っている。

森林の除染は並大抵ではない。除染作業は広範囲に及ぶとともに作業も困難を極める。林業従事者の中には、林業活動を諦めた人々もたくさんいる。このまま除染が遅々として進まなければ、林業離れがさらに加速化し、山村の過疎化がさらに深刻な問題になるのではないかと懸念される。

このように、本県の森林は原発事故による放射性物質の影響によって、森林整備や林業生産活動が停滞し、森林の有する水源かん養や山地災害防止などの公益的機能の低下が懸念されている。このため、間伐などの林業的手法による森林整備と放射性物質の拡散抑制対策を一体的に実施する「ふくしま森林再生事業」に取り組んでいる。

当該事業は、直接森林の除染を実施するものではないが、森林整備を進めることにより、森林の再生を図り、林業生産活動を支援するものである。

放射性物質（セシウム）の森林での動態が徐々に明らかになりつつあり、セシウムは時間が経つにつれ地上部から地下部へと移動変化してきている。森林の再生については、この放射性物質の動態に対応した対策が必要であり、放射性物質が広範囲に移動する前に対処することが重要であると思う。

4 おわりに

福島県の森林面積は、973千ha（総土地面積は1,378千ha）であり、県土の70%を占める。

藻谷浩介氏は、その著書『里山資本主義—日本経済は「安心の原理」で動く』の中で、地域のいろいろな資源を活用して、田舎で生

森林再生について

ふくしま森林再生事業を創設

本県の森林は、原発事故による放射性物質の影響によって、森林整備や林業生産活動が停滞し、森林の有する水源かん養や山地災害防止などの公益的機能の低下が懸念されている。このため、間伐等の森林整備と放射性物質対策を一体的に実施する「ふくしま森林再生事業」に取り組んでいる。



図-1 ふくしま森林再生事業の概要

き生きと暮らす人たちの姿を通して、私たち一人ひとりの意識と生活様式の変化が地域再生、ひいては日本再生につながるを紹介している。また、東日本大震災によって、私たちが当たり前のように利用していた食料やエネルギーの補給路が実は極めて脆いものであることが露呈し、その脆弱性を補完するのが里山であり、「爽やかな風の吹き抜ける未来は、里山から始まっている。」と。

ふくしまの森の再生が、ふくしまの再生そして未来につながるよう、私たちも復興に向け努力していきたいと思う。



土木施設等の放射線対策 (除染と建設副産物再利用)

福島県土木部技術管理課 主幹 和田 豊
(総合技術監理部門・建設部門・上下水道部門)

1 はじめに

東日本大震災に伴う東京電力福島第一原子力発電所事故により、大量の放射性物質が大気中に拡散され、福島県内はもとより隣接県等も含め広範囲の地域が汚染された。その影響は計り知れず、震災発生後3年近くになる今も、14万人余の県民が県内外での避難生活を余儀なくされている。

震災からの復興と住民帰還を促進するうえで、様々な取り組みがされているなか、放射線対策は重要な項目である。

県の土木施設に係る放射線対策担当者の立場から、県内の除染状況等と放射性物質に汚染された建設副産物の再利用について述べる。

2 除染について

(1) 除染の状況

除染については、平成23年8月に原子力災害対策本部が制定した「除染に関する緊急実施方針」に基づき、市町村主体で学校や公園等の生活圏を中心に部分的に進められ、また旧警戒区域内において国によるモデル除染や各種実証実験も併せて行われてきた。

その後11月に放射性物質汚染対処特措法(以下「特措法」という。)の基本方針が定められ、12月には除染関係ガイドラインの制定、そして24年1月に特措法が施行され、県有施設の除染も行われてきた。

除染の主体や対象等については、特措法や同施行規則等に定められており、環境省が実施する国直轄除染、市町村が主体となって実施する除染、公共施設等の管理者が実施する除染に区分される。

国直轄除染は、除染特別地域(旧警戒区域

と計画的避難区域)の11市町村を対象として進められている。

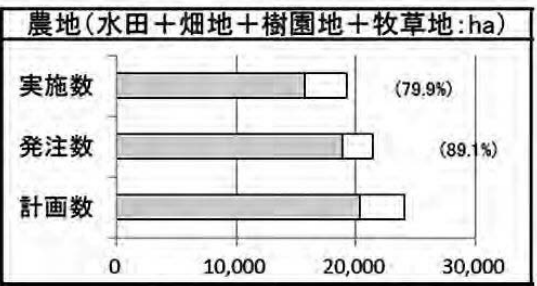
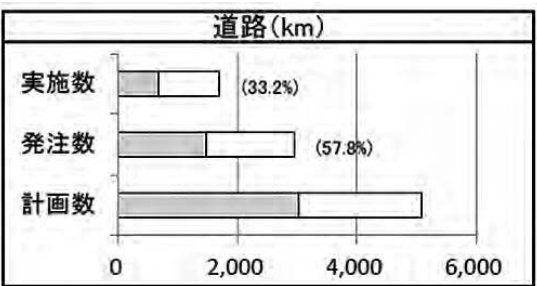
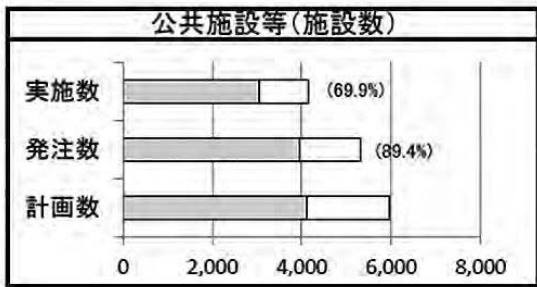
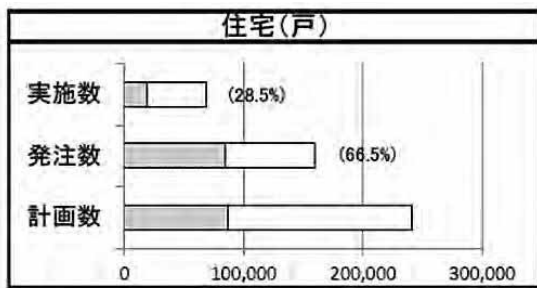
一方これ以外の除染は、汚染状況重点調査地域(以下「市町村除染地域」という。)内40市町村のうち36市町村が除染実施計画を策定し、26市町村が本格的除染を進めている(図1参照)。



【図1 福島県内の除染区分】

県はこの地域内において、除染実施計画に位置づけられた県管理の公共施設の除染を実施している。このうち、県の土木建築関係施設では生活圏である県管理の道路や公園、県営住宅の除染を進めている。

平成25年10月末時点での市町村除染地域におけるそれぞれの実施数は、県除染対策課資料によれば住宅が6.9万戸(計画数24.0万戸、実施率29%)、公共施設等約4.2千施設(計画数6.0千施設、実施率70%)、道路1.7千km(計画数5.1千km、実施率33%)、農地1.9万ha(計画数2.4万ha、実施率80%)となっている(図2参照)。



■平成23年度・24年度 □平成25年度

【図2 市町村除染地域の除染実施状況】
平成25年10月末現在 県除染対策課資料

(2)除染の課題等

除染を円滑に進める上で、除染に伴う除去土壌等を保管する仮置場の確保が課題となっている。除去土壌等の当面の行き先である中間貯蔵施設が、地元受入れとも絡んで詳細が明確となっていないこと等に起因している。

仮置場の確保も含め除染を推進していくにあたっては、住民の理解を得ることが不可欠

であり、リスクコミュニケーションはきわめて重要と考える。

また、河川等の水域除染に関しては国から明確な手法が示されていないため、今後の国等の動向を見ながら、対応を検討していく必要がある。なお、河川堤防等については生活圏となっている堤内地側の住宅等と一体となって実施している事例もあり、今後市町村の除染と調整しながら進める必要がある。

3 建設副産物の再利用について

(1)再利用基準の制定

復旧復興工事を加速していかなければならない中であって、放射性物質に汚染された建設副産物の再利用を安全に進めていく必要がある。ここでは、主に避難指示区域内における基準等の制定経過とともに、適用と工事の進め方に関する方向性を述べる。

震災以前は、建設工事から発生するコンクリート殻やアスファルト殻等の建設副産物はほぼ全量が再生利用され、建設発生土もその多くが再利用されていたが、放射性物質による汚染によりその取扱いに関する基準が必要となった。

このため、県では原発事故直後から国に対し再利用や廃棄に関する基準制定を要請して来たところであり、これまでに国からは次の基準や目安が示された。

まず、23年12月には道路の路盤材等へ利用する場合の利用者・周辺住民等の追加被ばく線量が年間10 μSv以下にすべく「管理された状態での災害廃棄物の再生利用について（環境省）」、次に24年4月には二本松市のマンション汚染問題を契機に採石・砂利の表面線量率が0.23 μSv/h以下であれば出荷可能とした「採石及び砂利の出荷基準（経済産業省）」、そして平成25年10月には避難指示区域内で発生した建設副産物の再利用の方向性を示した「福島県内における公共工事における建設副産物の再利用等に関する当面の取扱いに関する基本的考え方」（以下「考え方」という。）が内閣府をはじめとする関係6省庁の連名で発出となった。

この国が示した「考え方」は、リサイクルを促進する観点から、避難指示区域のうち帰還困難と居住制限区域から発生した建設副産

物の再利用等が可能な区域、対象工事等を定めている。

具体的には、放射線量が発生した区域と同等又はより高い区域においての再利用等を基本とし、低い区域で再利用等をする場合は再資源化資材等の放射能濃度が100 Bq/kg以下であること、浜通り・中通りにおける屋外の公共工事では0.23 μSv/h以下であること、周辺居住者等の被ばく線量が10 μSv/年となるよう管理された状態で被覆して利用することを条件としている。

国からの「考え方」が示されるまで約2年半の期間を要したところであるが、この間、県としては災害復旧工事等を速やかに進める必要性から、独自の再利用目安を制定し運用を図ってきた。

具体的内容は経済産業省の採石・砂利の基準に準拠し表面線量率が0.23 μSv/h以下であれば再利用可能することを基本に、コンクリート殻やアスファルト殻の再生利用（24年12月）、建設発生土の再利用に関する考え方（25年5月）を示してきた。

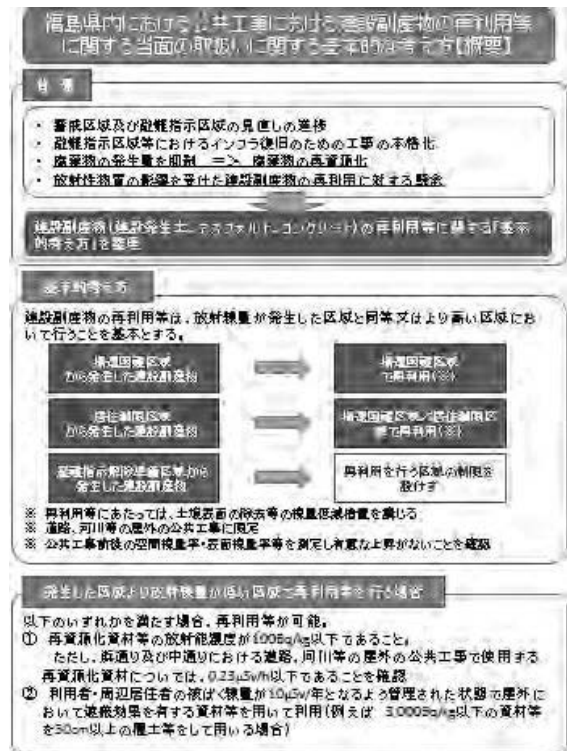
今回、国の「考え方」が示されたことを受け、県としてもこれまでの内規を踏まえつつ、実際の運用に関しての考え方と細則を県関係機関に発出した。

(2)運用と今後の進め方

これまで、災害復旧等の県工事において建設副産物の再利用等が問題となり、結果的に工事を中止した箇所はないが、具体的な運用や廃棄となる部分の取扱いに関しては、関係省庁と様々な対応要請や内容の調整を重ねてきたところである。

今後、避難指示区域のうち居住制限区域や帰還困難区域の復旧復興工事が本格化するなか、建設副産物の再利用にあたって留意すべき点も少なくない。

まず、国の直轄除染を先行して実施するよう強く要請していく必要がある。環境放射能を占めている放射性セシウムのほとんどが土壌粒子に吸着し、表土の薄い部分や枝葉に存在していることから、除染は不可欠である。除染の実施主体である環境省とそれぞれの工事箇所における工程調整等を進めているところであるが、今後とも効果的に両事業を推進



【図3 国（内閣府等発出）の考え方】

していくこととしている。

次に、再利用に関するリスクコミュニケーションも踏まえないといけない。再利用先は放射線量が発生した区域より同等又はより高い区域とするが、当該市町村に対しては十分な説明が必要と考えられる。コンクリート殻やアスファルト殻の再生利用に関しても、再生資材工場の十分な理解を得るよう、モニタリングデータの提示等十分な説明を行う必要がある。

なお、放射能濃度が高い材料を盛土材等として利用する場合は注意が必要である。国が示した「考え方」においては、「利用者・周辺居住者の追加被ばく量が10 μSv/年となるよう管理された状態で屋外において遮蔽効果を有する資材等を用いて利用する場合は使用可能」としている。シミュレーションの結果に基づき、例えば下層路盤材として利用する際には30cm以上の覆土等を行う場合は、3,000 Bq/kg以下の再生資材の使用を可能とするものである。これは環境省が発出した災害廃棄物の再生利用の考え方を踏襲したものであり、これを受け林野庁では海岸防災林の盛土に関し盛土厚を2 mまでとし被覆厚を1

mとした。

「管理された状態」を条件とするものであるが、豪雨等の異常な自然現象の下で安全性が担保できるかどうかなど、実施にあたっては具体的に検討する必要がある。県の土木関係工事においては、使用する材料の濃度、量、構造的な状況に応じて個別に対応することとしている。

4 おわりに

除染は、復興と住民帰還を促進するうえで不可欠のものであり、計画的に進める必要があるが、国等の最近の動向の中で除染の目標値をあげるべきとする動きもある。これまで1 mSv/年以下とすることを目標に除染を進めてきた中であって、大きな方向転換となるだけに、関係市町村長の困惑も大きいと報道されている。

地元や住民の十分な理解を前提としなければ進まないのは明らかであり、仮置場の確保が大きな課題となっていることとも共通している。

建設副産物の再利用に関しても、前述のようにリスクコミュニケーションは重要であり、放射線というナーバスな面が非常に高いことを考えると、十分な理解の下に進めることが一番の早道であると考ええる。

●技術論文



地球環境の未来と持続可能性

青木環境技術士事務所 青木 敏 春（環境、衛生工学部門）

はじめに

生命にとってかけがえのない地球環境が次第に劣化しつつある。数億年を費やして安定してきたこの環境は、地下資源を発掘しはじめた産業革命によって崩壊の道を辿っている。地球環境の絶妙なバランスは物質循環の維持によって保たれているので、地下資源を使用して発生した廃棄物、副産物は基の場所に戻さなければバランスは崩れる。多種多様な生命が維持されている環境で、同じように人類は多くの恵みにより生かされているのに生命循環の危機と感ぜないまま過している。

「人口増加と食糧、エネルギーの確保」という循環型社会を構築していく上で重要な命題を克服する必要がある。そのためには生物循環系と人為的生成物循環系の区別を明確にして、自然環境の維持を図らねばならない。このことは、持続可能な社会を構築するために成し遂げなければならない大きな課題である。以下に現状認識と21世紀を真の環境の世紀とするためのミッションについて考えを述べる。

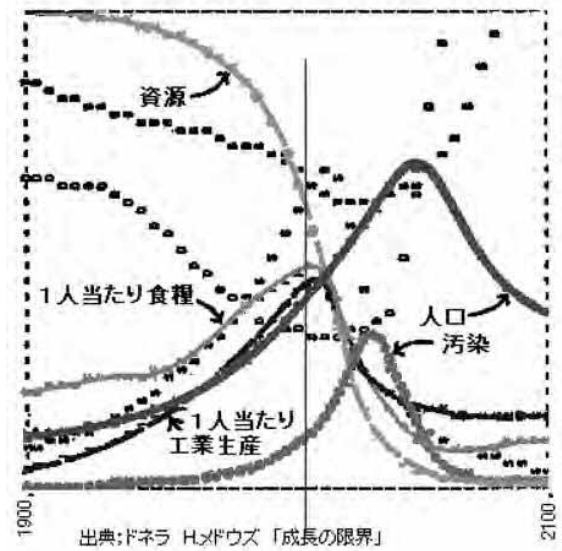
I. 地球環境のゆくえ

1. 「成長の限界」からの視点

「成長の限界」という本を手にしたときは強烈なインパクトを覚えた。1972年発行されたローマクラブの「人類の危機レポート」としてDHメドウスらによって出版され、大きな反響を呼んだが、40年後の現在でも書店からこの本がなくなることはない。「成長の限界」が主張する5つのアイテム（①人口増加、②工業化、③資源枯渇、④食糧不足、⑤環境汚染）を初めて可視化した未来予測カーブ。現在に当てはめ検証してみるとほぼこの

ラインに沿って進んでいる¹⁾。このことはとりもなおさず「人類が持続不可能な道を進んでいる」ことになる。

「成長の限界」世界モデルの標準計算



図ー1.「成長の限界」シュミレーション図P105²⁾

有限な地球は、枯渇性資源を使い続ける限り、劣化し続け、さらに貴重な陸水で育てた食料と地下資源を大量に輸入している日本は、危機迫るものがある。

1-1. 人口の爆発的増加

6～7000万人/年で増え続ける人口の欲求を満たすための開発が続き大量消費社会が途上国で繰り広げられつつあり、循環型社会への足取りはおぼつかない。

人口の増加を抑制することができれば、最も良い方策になるが、子孫を残すという聖域に立ち入ることは難しい。21世紀半ばにピークのある人口をかなり手前で減少に転じるこ

とが人類の生存に極めて重要ではあるが…。シミュレーションではよく理解されているが、当面の繁栄には人口の増加が必要なのであり、発展途上国が豊かさを増すことが先進国の利益に繋がるので大量消費がGDPを確保する方策となっている。この事象は必然的にエネルギー需要の増大を招き、資源の高騰が起こる。資源の乏しい輸入国はGDPによって得た税金だけでは調達できなくなり、国債で不足分を補っている。この状態は近いうちに破綻することになり、途上国の食料不足と相まって社会的混乱を招き人口の急激な低下が起こると考えられる。

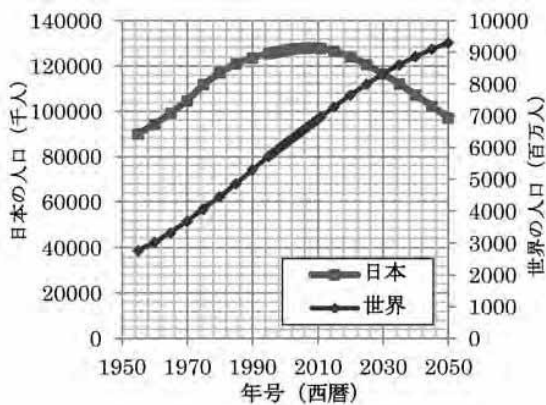


図-2. 世界と日本の人口の推移³⁾

1-2. 食糧不足・エネルギー資源の枯渇

21世紀深刻な食料問題は、水不足、砂漠化、人口増加と異常気象等により、克服すべき課題が山積している。食糧の安全保障を確保するため、現在の自給率39%を倍増する対策が必要である。国内では、二期作や二毛作等食料増産に取り組んだ過去があり、ベースとなる穀物について国内自給率アップを国策として取り組まねばならない。

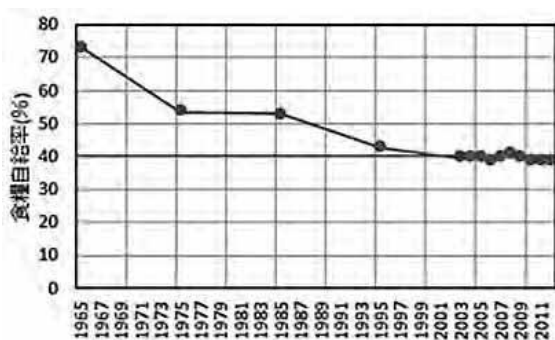


図-3. 日本の食糧自給率推移⁴⁾

2010年日本のエネルギー自給率は水力・地熱・太陽光・バイオマス等による4.8%にすぎない。この値は驚くべき数値であり、市場主義経済に任せた結果である。

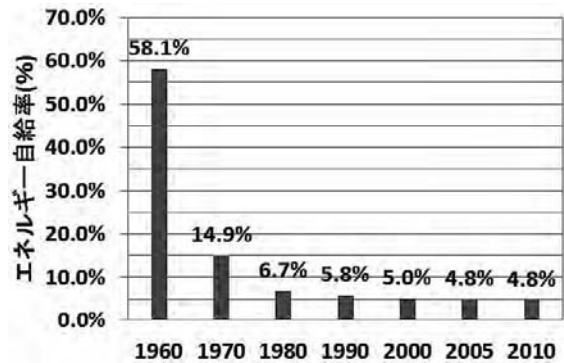


図-4. エネルギー自給率の推移⁵⁾

エネルギー安全保障は、再生可能エネルギーを中心とした、有効な全ての手段を講じて、少なくとも自給率50%を早期に回復しなければ、枯渇性資源の輸入は多岐による要素を内在して、前途多難になる。

2. IPCC 第5次報告書⁶⁾から

IPCC (気候変動に関する政府間パネル) 第5次評価報告書が9月末発表された。注目される点は、人為的な温室効果ガス等の影響により気候変動が高い確率で起きることを第4次報告書に続いて公表していることである。

表-1. IPCC 第5次報告書の概要

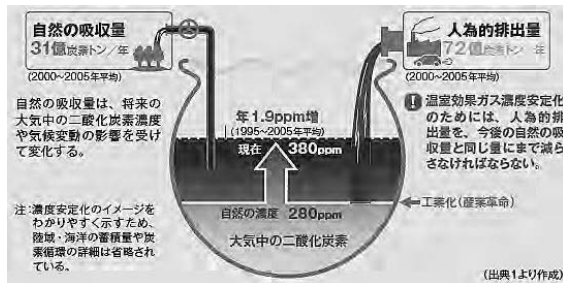
1	95%の確率で、人為起源
2	海水の温度が上昇、酸性化の顕在化
3	陸氷は減少傾向、北極海の氷は激減
4	海面は1901~2010年で19cm上昇
5	C ₂ O ₂ 濃度は、過去80万年間で最高値
6	温度上昇の予測は、2~4℃上昇ぐらい
7	降雨傾向は、過去の予測と大体一致
8	C ₂ O ₂ 排出量と、温度上昇は直線関係

そして今、気候変動の深刻な状況を理解するだけでなく、持続可能な未来に向けた決断をし、エネルギー消費の少ない産業構造の質的転換を図る決意を持って行動に移すことが求められている。

世界の人口は2050年には92億人まで増加すると予想されており、人口増加や消費の状況がこのまま継続的に推移した場合、2030年には、人類の消費する資源や環境に与える負荷は、地球に備わっている再生能力の2倍になると推定されている¹⁰⁾。

このような状況から世界各地で、経済活動の進展度合いの違いにより貧困格差の拡大、水不足の深刻化や資源の質の悪化、複合的に発生する気候変動、水・大気環境の汚染、回復不能な生物多様性の喪失といった問題がより顕著になると考えられる。

3. 温室効果ガス排出量の増加



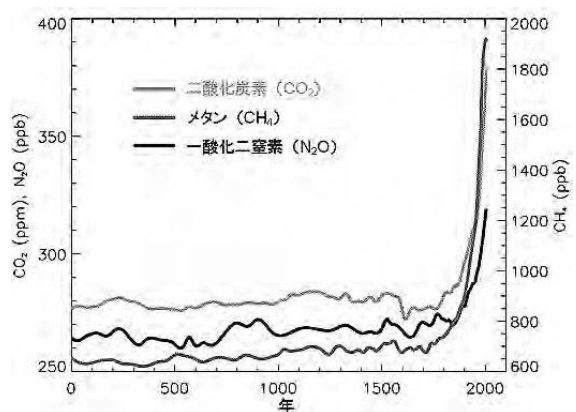
図－5. 温室効果ガスの収支⁷⁾

二酸化炭素の大気中の濃度は産業革命以前(18世紀半ば)は280ppm程度で推移していたが、18世紀後半から徐々に上昇を始め、20世紀後半からの数十年で急激な増加を示している。これは、化石燃料を動力源として多用するようになったためです。

自然界で吸収できるCO₂量は全世界の排出量の半分程度(化石燃料起源の二酸化炭素のうち30%が海洋に、14%が陸域生物圏に吸収⁶⁾)となっているので、残りは温室効果を発揮しながら大気中に存在し、2ppm/年の速度で増加を続けている。

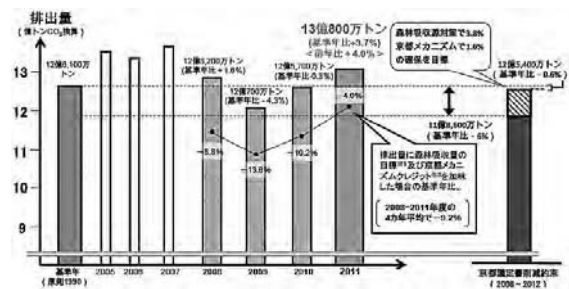
したがって、同じCO₂でも、石炭や石油、天然ガス由来のCO₂は大気中に放出する前に地下に戻して安定化させることが必要になる。(ゼロエMISSIONの項で詳術)

波及要素として、永久凍土の融解が進むことによりメタンの放出量増大等がある。



図－6. 主な温室効果ガスの大気中の濃度の変化 (IPCC 第4次評価報告)⁸⁾

3-1. 京都議定書約束期間の削減達成



図－7. 京都議定書第一約束期間のCO₂排出量⁹⁾

京都議定書の目標達成には、5年間の平均で-6%であり、表2では+0.2%なので直接削減はできていないが森林吸収分-3.8%、政府排出権購入分-1.6%、電力会社排出権購入分-4.0%があり、全体では-9.2%となっているので、約束期間(2008~2012年)の平均では達成できる見込みとなっている。(2012年のCO₂排出量は来年公表される)

表－2. 京都議定書 日本の温室効果ガス排出量⁹⁾

排出量	基準年比増減
1990年度 (基準年)	12億6100万トン
2008年度	12億8100万トン +1.6%
2009年度	12億0600万トン -4.4%
2010年度	12億5800万トン -0.2%
2011年度	13億0700万トン +3.6%
2008~2011年度平均	12億6300万トン +0.2%

ポスト京都議定書は、次期削減目標が決まるまでの期間継続することになっているが、日本はこれに参加していない。

3-2. 気温2℃上昇の意味

IPCC 第4次報告で400~440ppmが継続すると、気温は2.4~2.8℃上昇すると予測している。世界の平均気温は2005年までの100年間で0.74℃上昇した。その上昇を2℃以内に抑えるには、CO₂濃度を450ppmを上限として抑制する必要がある。+2℃は「引き返せないポイント」であり、この温度を超えると気候変動がさらに頻発すると予測されている。

3-3. +2℃以内は国際公約

G8ラクイラ（イタリア）サミット首脳宣言で、「産業革命以前の水準から世界全体の平均気温の上昇が摂氏2℃を越えないようにすべきとの広範な科学的見解を認識する。」ことを発表している。

平均気温が2℃を超えるとどうなるのかという疑問には答えていないが2℃を上回る変動は、現在の社会及び自然環境並びに生態系システムの脆弱性を一層悪化させ得るとしている。

4. 微細粒子群の脅威（PM2.5）

極微細な粒子が人類の生存を脅かしています。単なる微細な粉じんではなく有害物質（芳香族炭化水素、重金属、硫黄酸化物、窒素酸化物等）を吸着して呼吸とともに吸い込まれるPM2.5は肺胞など気道より奥に付着し、排出され難くなり、ぜんそくや気管支炎などの呼吸器疾患の原因になると考えられて

いる。さらに肺がんなどのリスク上昇や心臓・循環器系疾患への影響も懸念されるなど、物質そのものが健康に有害であると考えられる。

日本の環境基準値は、「1年平均値が15 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 以下、1日平均値が35 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 以下」となっていて、70 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 以上では外出を自粛することとなっている。

微小粒子状物質（PM2.5）とは、粒径2.5 μm （2.5mmの千分の1）以下の粒子状物質。中国は、石炭火力発電所から排出される粉じん処理設備が不十分で、さらに最近急増している自動車排ガスの影響と相まって拡大している。健康被害を避けるための防御策は、普通のマスクでは止まらないのもっときめ細かなN95規格マスク等が必要になる。

II. 持続可能性を訊ねる道

21世紀に向けて経済社会を有限な地球環境の中で持続し得るものに変革していくことで、持続可能な開発（発展）の実現・具体化を図っていくこと。

気候変動、気温2℃以内に抑えるためのあらゆる方策を講じること。を中心として、途上国の経済成長に伴う環境負荷を抑制し、従来型の開発志向の転換を図り、持続可能な新たな開発パターンに変革することが大きな課題である。そして環境保全対策や経済成長の質的転換を要求するとともに、それを可能にするだけの支援をしていくべき時期に来ている。

21世紀は産業革命ではなく、あらゆる取組みに優先した目標のトップに「環境革命」の文字が記載されなければならない。

1. COP19における日本の立場

「気候変動枠組み条約第19回締約国会議」（COP19）が11月にポーランドのワルシャワで開催された。2020年以降の温室効果ガスの削減目標を決める重要な会議であったが、各国は「自主目標」を設定し、その妥当性を検証することで合意しているが、先進国と途上国の意見の差は大きく、具体性がなかった。異常気象による被害は各地に拡大して対策は待ったなしである。COP19が開催される直



図-8. PM2.5の大きさ比較（東京都 HP）

前に台風30号がフィリッピンを直撃し、凄まじい惨状で甚大な被害が出た。これが恐れていた気候変動の結果なのかと思っても、COP19では、現状認識を踏まえた対応が鈍く残念な気持ちにさせられる。

日本は「2020年度に2005年度比3.8%減」の削減目標としているが、削減への意欲のなさを世界に示した形になっている。

2. CO₂地下貯留

原発が1基も稼働していないことで火力発電に頼ることから削減目標を下げざるを得なかったが、電力政策で、省エネや再生可能エネルギー拡大、火力発電の効率アップ、CO₂地下貯留等により目標の見直しをする必要がある。

CCS(Carbon dioxide Capture and Storage)とは、火力発電所等の大規模排出源から排ガス中のCO₂を分離・回収し、長期間安定的に地下へ貯留することにより、大気中へのCO₂放出を抑制し、地球温暖化を防止する技術。(図-9)

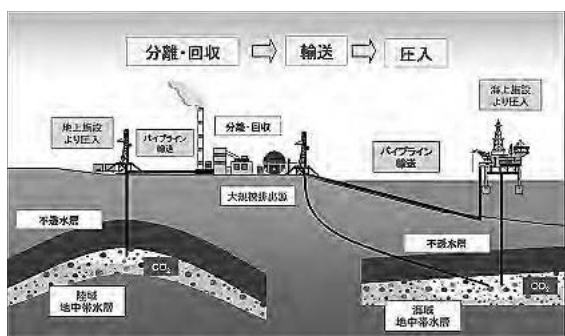


図-9. 排ガス中のCO₂地下貯留概念図¹⁾

3. ゼロエミッションの達成

持続可能な環境を構築していくための手段は、ゼロエミッションである。有限な地球を再生可能な状態で維持するには、今が最後のチャンスである。世界自然保護基金(WWF)によるエコロジカルフットプリント(人間活動が地球に与える負荷)は1.5¹⁰⁾となり、地球の受入れ能力の1.5倍の生活をしていることになる。1.0以内に修復していくためには、使用したものを基に戻すという、社会生活を営む上で当たり前のことを、地球環境に適用することである。

ゼロエミッションを達成しなければ、人類

が生存するために必要な生物多様性を維持できなくなり、不毛な環境が待っているだけである。地球環境の維持が必要なのは人類であり、訴えることができずに失われていく生命に想いを馳せる責任がある。

ゼロエミッションは狭義的には物質循環において3Rにより、達成しようとする取組みであるが、再資源化には限界があり、廃棄物をゼロにしても、大気に放出したCO₂は有害物質としては扱かわれないため規制されない。カウントされない。

水環境についても排水処理によって規制基準以下に維持することが求められるが、排水の水質は受け入れた水質の状態に近いところまで処理して自然戻すことが、ゼロエミッションの本来の意味ではないかと考える。高度に処理された水はそのまま放流するのではなく、循環・再利用が広く普及されるようになり、環境負荷は減少することになる。このように広義的にゼロエミッションを捉え、21世紀はゼロエミッションの質が問われる時代であり、生物多様性の保全に繋がる人為的排出物のゼロエミッションの競争が国際的な管理の下、多くの分野で繰り広げられることを望むものである。

終わりに

「地球の有限性を感じ、修復できると信じて行動するエネルギー」があれば必ず地球は救われる。環境の変化に気づきながらまだ大丈夫、この程度ならと思いつながら今日まで過ごしてきた。行き過ぎる前に、地球の気温が2℃を超える前に(CO₂が450ppmに達しない前に)過剰分を地下に戻して、地球生態系と共生して行く道を真剣に模索していかねばならない。

「持続可能性(サステナビリティ)」の追求は「変化することへのためらいをなくすこと」を基本コンセプトとして、一日でも早く有効な対策を行動に移すことが求められている。

そのために残された時間は少ない。現状の環境は10年前に与えたダメージが今顕在化している。期間遅れ(タイムラグ)を考えると猶予期間は極めて少ないと言える。

《参考文献》

- 1) 「Looking Back on the Limits of Growth」
- 2) グラフ等：メドウズ、DH、メドウズ、DL、ランダース、J. とバーレンスⅢ、WW (1972)
- 3) 総務省統計局データ (2012)
- 4) 農林水産省自給率の推移データ (2012)
- 5) エネルギー白書 (2012)
- 6) IPCC 第5次評価報告書第1作業部会報告書 (2013)
- 7) 環境省ストップ温暖化 (1012)
- 8) IPCC 第4次評価報告書第1作業部会報告書 (2007)
- 9) 環境省京都議定書の確定値 (2013)
- 10) 公益財団法人世界自然保護基金ジャパン (WWF ジャパン) 報告書 (2011)
- 11) 出典：経済産業省産業技術局資料「CCS 2020」

●技術論文



誘導溶解炉の 省エネルギー対策について

北芝電機株式会社 渡邊 敏之（電気・電子部門）

1. はじめに

産業用誘導加熱システムは、大電力を消費するシステムであるため、効率向上を図りCO₂排出量低減など環境配慮が不可欠な製品のひとつである。

当社の誘導加熱システムの主要製品は、鉄鋼メーカーの熱間圧延ラインに適用される加熱装置、鋳造メーカーで溶解・加熱に適用される誘導炉、これらの負荷装置に高周波電力を供給する電源設備、溶解・加熱システム全体を制御・監視する制御装置などから構成される。

今回の報告では、最新型の誘導炉システムと金属溶解から鋳造工程に特化した省エネルギー管理システムを紹介する。

2. 誘導加熱の概要

身近な誘導加熱製品には、IH（Induction Heating）クッキングヒーターやIH炊飯器などがあり、その原型となる産業用誘導加熱は半世紀以上も前から産業分野で適用されている。

図1に誘導加熱の仕組みを示す。

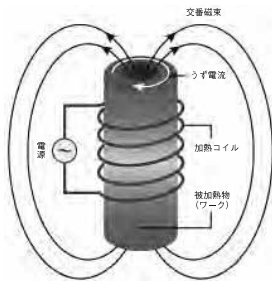


図1. 誘導加熱の仕組み

誘導加熱は、交流電源に接続されたコイル内に導電性の被加熱材を投入すると、電磁誘導によって被加熱材に渦電流が発生し、その

ジュール熱によって被加熱材を内部加熱するものである。

写真1は現在主流の高周波誘導炉（150Hz以上）で、ユニット型誘導炉の外観を示す。



写真1. ユニット型誘導炉
(2400kW—500Hz—3 ton)

高周波誘導炉は、低周波誘導炉（60Hz未満）に比べて残湯なしでの高速溶解、攪拌力の調整、高周波インバータによる連続出力調整が可能、印加電力密度が高いなど特徴がある。

当社の高周波誘導炉には、設備仕様やレイアウト設計が任意に対応できる標準型と、配線工事などの工期短縮、専用電気室が不要で設備上部を操炉場として使用可能などの特徴があるユニット型とがある。

3. エネルギー効率と発生損失

誘導加熱システムのエネルギーフローを図2に示す。

誘導加熱システムのエネルギー効率は、100%の投入電力に対し、機器固有の損失と操業条件で発生する損失が合計30%あり、被加熱材の昇温・溶解に有効な加熱電力は一般的に70%程度である。

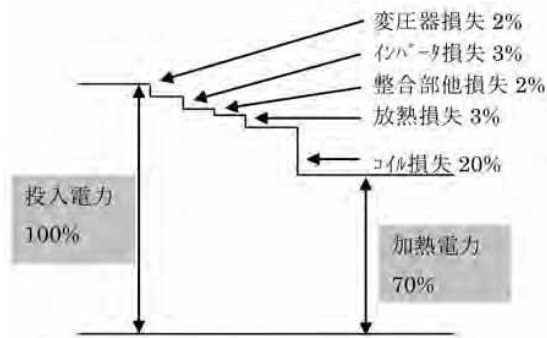


図2. 誘導加熱システムのエネルギーフロー

機器固有の損失内訳は、変圧器・インバータ・整合部・配線などの電源関係で約7%、熱伝導・熱放射損による放熱やコイル電流のジュール損などコイル損失で約23%ある。

この30%の損失は発熱となり各部で発生するため、産業用誘導加熱では水冷式冷却回路によって、冷却塔などの冷却設備に運ばれて、大気に放熱する。

機器固有の損失は、各機器の効率向上や大電流回路の適正なレイアウトで対策できる。

操業条件で発生する損失は、お客様の操業条件（被加熱材の種類や投入タイミング）に関する事なので、容易に変更することは難しいのだが、定格負荷条件に近づける操業を行うことが有効である。

4. 最新型の誘導炉システム

以下には加熱コイルと電源設備の各省エネルギー対策事例と実証試験結果を示す。

4-1. 加熱コイルの省エネルギー対策

コイル効率を向上させる代表的なコイル形成方法には、粗密巻き、コイル銅管の使い分け、変則巻きがある。

これらの要素技術を織り込んで効率向上を図った加熱コイルを、ここでは高効率コイルと呼ぶ。

次項に掲載するIGBT式電圧形インバータにも高効率コイルを組合せている。

高効率コイルを適用する高効率誘導炉（商標名：エレセーブファーマネス）を図3に示す。

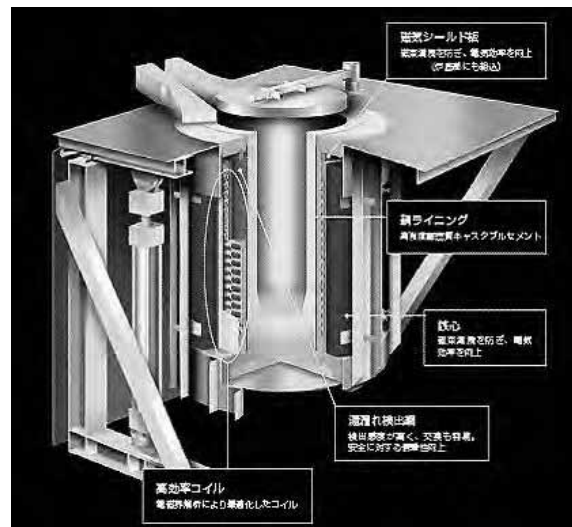


図3. 高効率誘導炉

(1)粗密巻き

従来の誘導炉用加熱コイルは、螺旋状に巻き加工されたコイル銅管の巻きピッチと銅管高さは一定比率である。

そのため、コイルエンド部に戻り磁束がコイル銅管に鎖交することでコイル銅管自体に渦電流（図4）が流れて損失の一因になる。

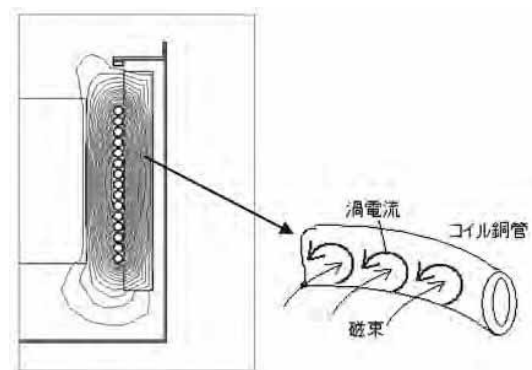


図4. コイル銅管の渦電流の解析

粗密巻きは、有効磁束密度を緻密に計算してコイル形状・密度を部分的に変化させることで鎖交磁束の最適化を図る。

(2)コイル銅管に使い分け

コイル銅管に使い分けは、高周波電流がコイル端面部に流れ易い特性を利用したものである。

複数個ある加熱コイルの中央部には大径管、端面部には小径管、それらの間に配置さ

れるコイルには中径管を配置することで、コイル電流バランスを改善させてコイル効率を向上させる。

(3)変則巻き

変則巻きは、コイル銅管の使い分けでもコイル電流アンバランスを改善できない場合、コイル接続経路の接続方法を変更することで電流アンバランスを改善するものである。

4-2. 電源設備の省エネルギー対策

(1)概要

最近事例として、写真2に電圧形設備に適用したIGBT（絶縁ゲート型バイポーラトランジスタ）式電圧形インバータ（商標名：スマートメルタ）を示す。



写真2. IGBT式電圧形インバータの正面
(600kW-500Hz)

(2)電流形インバータとの比較

産業用誘導加熱は、侵入スケールの過熱による絶縁破壊等によって、比較的負荷短絡・地絡事故が多く、従来から大きな故障電流の制限などで有効な電流形インバータの採用が多かった。

しかし、これまで電流形インバータが苦手としていた負荷変動領域で、電圧形インバータが優位な特性であることが分かり、採用が増えている。

電流形インバータに比べて、電圧形インバータの出力特性は共振負荷の特性上から低電圧・大電流となる。

そのため、大電流回路が多くなり、電流形インバータより損失は多少増加傾向になる。

インバータ単体の効率面は若干不利である

が、電圧形インバータには表1の特徴があり、次項示す過負荷耐量などによって誘導炉設備全体として効率向上に寄与する。

表1. 電流形／電圧形インバータの特徴

項目	電流形インバータ	電圧形インバータ
電源力率	0.4~0.85	0.95以上
変圧器容量 (インバータ容量比)	1.25~1.30	1.02
進相コンデンサ	要	不要
変換効率	約97%	約97%
出力調整部位	順変換器	逆変換器
過負荷耐量	100%	例) 150%相当
多重負荷	基本的に1台	複数対応

(3)過負荷耐量

熱炉溶解に伴う負荷インピーダンス変化と溶解作業イメージを図5に示す。

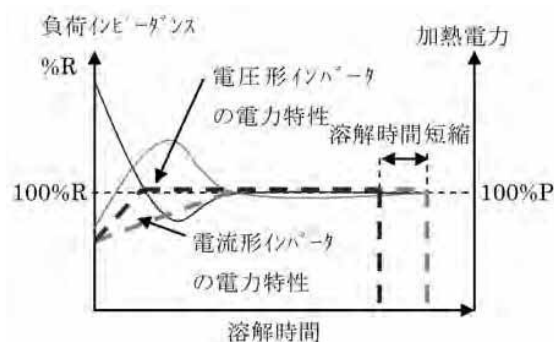


図5. 溶解作業イメージ

負荷共振回路の構成によって、並列共振（電流形インバータ用）と直列共振（電圧形インバータ用）があり、溶解進行に伴う負荷インピーダンスの変化が逆特性となる。

溶解初期の負荷インピーダンスは、並列共振は低く、直列共振は高い特性となり、いずれの場合でも定格出力することができない。

次に、溶解進行に伴って被加熱材が磁気変態点以上（770℃）での負荷インピーダンスは、並列共振は高くなるのでコイル電流は流れ難くなり、出力電力が低くなる。

これに対し、直列共振の負荷インピーダン

スは低くなるのでコイル電流は流れ易い特性になり、定格電流以上の電流を供給できれば定格電力の出力が可能になる。

最後に、定格溶湯状態では定格負荷条件なので並列・直列共振共に同等である。

従って、磁気変態点付近で定格電力を出力することができれば、定格電力印加時間が長くなるため、溶解作業時間が短縮できて電力原単位の改善が期待できる。

このような原理で、直列共振負荷と電圧形インバータの組合せは、従来型の組合せよりも定格電力印加時間が長くすることが可能で、溶解能力を向上させることができる。

溶解能力が向上（溶解時間短縮）することで、熱伝導損などの損失を低減できるので電力原単位を改善できるので省エネルギーに貢献できる。

4-3. 実証試験結果

最近の事例として、同一定格のユニット型誘導炉（2400kW-3ton）で従来型コイル／高効率コイルの溶解特性結果を表2に示す。

検証結果では、周波数・溶解材料・材料投入タイミングの相違はあるが、高効率コイル適用により、従来比12%効率向上している。

電圧形誘導炉設備での出湯状況を写真3に示す。

写真3の操業では、図5に示すように定格電力印加時間が長くなるため、電力原単位は計算値に対して3.6%程度向上している。

但し、前述のように損失は機器固有のものと操業条件により発生するものとが併せて発生しているので、機器側としては更なる効率向上を図るとともに、お客様の操業条件に併せて効率の良い操業方法を提案して、システムとして効率向上を図っていく。

5. 省エネ操業管理システム

省エネ操業管理システムFOMS（商標名、Foundry Operation & Management System）とは、金属溶解から鑄造工程に特化した省エネルギー操業に貢献するためのシステムである。

省エネルギーに貢献する主な機能として、工場の「見える化」、VVVF（可変電圧・可変周波数）インバータによる節電運転、受電

表2. 従来型／高効率コイルの溶解特性結果

項目		従来型コイル	高効率コイル
定格電力 (kW)		2400	2400
周波数 (Hz)		500	300
溶解量 (kg)		3000	3000
溶解材料		鑄鉄	鑄鉄
溶解温度 (°C)		1500	1550
電力原単位比 (%)	計算値※	100	100
	実測値※	100	88

※1550°C換算



写真3. 電圧形誘導炉設備の出湯状況

電力制御などがある。

(1)工場の「見える化」

最終エネルギー消費の割合は、2010年度で産業43.8%、民生33.2%、運輸23.0%と産業の占める割合が高い。

では、産業の一角をなす工場での消費電力の何%を削減するかを考えた場合、その第一歩は、エネルギーの種類別に発生・輸送・消費に至る過程を計測によって、定量的に把握することである。

これに対応するものが、図6に示すFOMSで、工場建屋設備、生産設備、冷却水設備を各々分けて消費電力を監視できるようになる。

副次的な産物としては、「見える化」することでエネルギー使用者が無駄を抑制しようと意識改革され、一般的に2～3%の省エネ

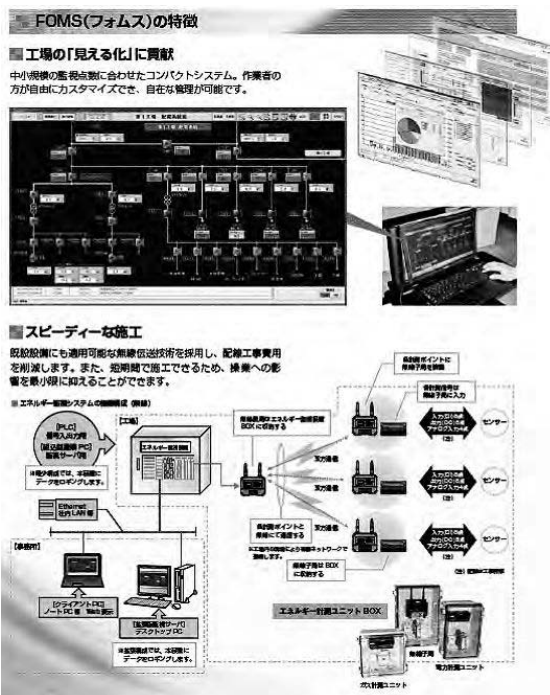


図 6. FOMS の概要図

ルギー効果が期待できると言われている。

(2)VVVF インバータによる節電運転

誘導炉システムには、設備全体の冷却水循環用として冷却水ポンプ 2 台が標準的に設置される。

ポンプには渦巻ポンプが適用されるが、通常のポンプ運転はオン・オフいづれかであり、特にエネルギー使用の効率化を考えなければ、操業有無に関らず常時オン状態となることが多い。

これに対し、必要圧力・流量は加熱装置の運転条件で変動するので、圧力・流量を適正值に可変制御することで必要性能を犠牲にせずに省エネルギー化ができる。

ポンプ制御には下記 3 種類があるが、圧力・流量の連続可変制御は(a)(b)である。

- (a)吐出し弁・調整弁の開度調整(連続制御)
- (b)速度制御 (連続制御)
- (c)台数制御 (段階制御)

ポンプの軸動力は流量と全揚程の積に比例するので、同一流量であれば、全揚程を小さくして動作させることが省エネルギーとなる。

これは、ポンプの回転数 n [min^{-1}]、流量 Q

[m^3/min]、揚程 H [m]、ポンプの軸動力 P [kW]には以下の関係があるためである。

$$Q \propto n, H \propto n^2, P \propto n^3$$

ポンプの回転数を、例えば現状値の 1 / 2 にすると、軸動力は 1 / 8 に低減できるので、VVVF インバータによるポンプの軸動力を可変制御で省エネルギーを図ることができる。

図 7 に VVVF インバータによる節電運転のイメージを示す。

ここでは冷却水温度に応じてポンプ回転数を制御して冷却水量を変化させるものである。



図 7. VVVF インバータによる節電イメージ

(3)受電電力制御

工場全体に占める誘導炉の消費電力は圧倒的に大きく、生産性を犠牲にせずに電力制御することは常に考えなければならない課題である。

契約電力を抑えて生産量を増加させること、あるいは最大限に契約電力を使用できることが望ましい。

これに 대응するのが、図 8 に示す受電電力制御システムである。

工場内の動力設備や付帯電力はそれほど使用電力も小さくなく、ほぼ定量であるが、誘導炉は溶解進行に伴って大きく電力変動する。

そのため、誘導炉の使用で契約電力を超過する場合には、誘導炉の使用電力を契約電力以下に絞らなければならない、これを手動制御することは極めて困難である。

これに対して、受電電力制御は照明設備などの使用電力は制約せず、誘導炉の出力電力を可変制御することで、契約電力を最大限使

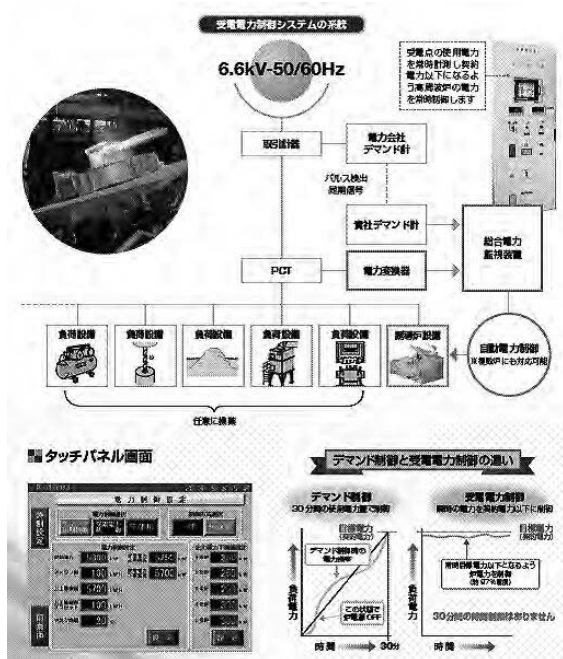


図8. 受電電力制御システム

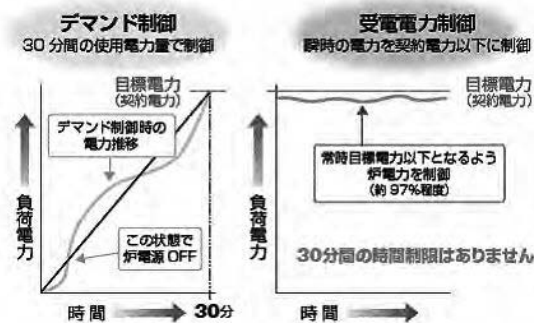


図9. デマンド制御と受電電力の相違

燃焼式加熱から電気加熱への転換を、メーカーでは加熱技術に関するコア技術の高効率化と省エネルギー化に貢献する周辺技術の技術開発を進めている。

更に、電力会社とメーカー共同で専門技術部会を設置して、新たな適用用途の模索や他の加熱方式とのハイブリット加熱など、更なる技術開発を進めている。

用できることを特徴とする。

電力制御方法には、一般的なデマンド制御と受電電力制御があり、相違を図9に示す。

一般的なデマンド制御では、負荷変動を考慮して30分後に平均電力が目標電力（契約電力）を超過しないように予測制御するものである。

これは、30分の積算電力が計測開始前半で超過すると予測されると予め誘導炉の電力を絞るが、もし計測後半で他の設備での電力使用が少なくなったとしても前半で抑えた誘導炉の電力を後半で取り戻すことは難しい。

つまり、予測制御であるため目標電力を超過することは少ないが、有効に契約電力を使い切ることができない。

これに対し、受電電力制御は瞬時電力制御を行っているので、常時目標電力以下に制御することが可能となり、契約電力を最大限に使用することができる。

その他の特徴としては、使用電力のピークカットや電力平準化を図ることができる。

6. 今後の動向

誘導加熱は成熟産業であり、現在の産業構造を底辺から支える重要な加熱技術である。

電力会社ではガスやその他化石燃料による

以上

●二次試験合格体験記



平成24年度建設部門（土質及び基礎）

協和ボーリング株式会社 小澤 義史（建設部門）

1. はじめに

私は、平成24年度に建設部門（土質及び基礎）で技術士二次試験に合格致しました。

業務経歴は地元で15年目のプロパー技術者です。技術士一次試験は平成16年に合格しており二次試験の受験資格はありましたが、その後の7年間は受験していませんでした。

技術士の試験は「科学技術に関する高等の専門的応用能力を必要とする事項」を問うものであります。業務において「高等の専門的応用能力」に関わる機会が少なかった私には、二次試験は非常に難解な試験であり、試験問題への一次試験合格直後は、試験を受けるために必要な技術力が備わっていませんでした。

思い返せば、平成20年頃から、業務において軟弱地盤対策工や液状化対策工に関わる案件等を履行し、技術士法における「高等の専門的応用能力」に関わる業務を担当していました。「土質及び基礎」に関わる事案を業務として履行することにより、試験問題へのアプローチがスムーズにいったと考えています。

平成25年度からは、技術士二次試験の出題内容が変化していますが、技術士二次試験を受験するに皆様に少しでも役立てれば幸いです。いずれにしても、技術士二次試験の取得を目指す方は、「一度、本気で勉強すること」、「継続して勉強すること」が一番の近道です。

本気で勉強するためには、技術士を取りたいという強い気持ちが大事です。

最後は、技術士を取りたいという強い気持ちが後押ししてくれます。

2. 筆記試験対策

筆記試験の勉強は、受験の7ヶ月前から始めました。

建設一般については、国土交通白書と過去問題を参考としました。この2つから問題のテーマを作成し、自分なりの模範解答を作成しました。平成24年度は東日本大震災からまだ2年が経過していませんでしたので、「防災・減災」や「災害に強い国土作り」に対しての文章を作成しました。本内容は、国土交通白書のテーマにも取り上げられており、予想しやすい問題でした。

模範解答は、「課題を7行程度で書き、解決策を12行程度で書く」ことを繰り返しました。

専門分野の学習は、模範解答らしい文章や語句の定義・内容などをノートに書き写すことから始めました。専門内容の基本的事項については、「覚える→書く→忘れる、見直す→再度書く」の繰り返しでした。忘れた後に思い出す力が脳を活性化させるらしいので、忘れることをあたりまえと捉え、勉強しました。

専門分野の勉強では、近代図書の「技術士第二次試験の解答例」が非常に参考となりました。

最終的に筆記試験対策では、実際の技術士二次試験の様式用紙を用いて、とにかく書き込み、筆記試験を迎えました。

3. 筆記試験

建設一般の問題は、予想問題が的中したため、かなり自信を持って終えることが出来ました。

専門問題の試験では解答時間が短く、気持ちも焦るため、暗記した知識を思い出して書

くことや、文章構成を良くする下書き的な時間があまり確保できません。試験では、頭の中で概略の構成を考えながら答案用紙に解答を記載していかなければいけないので、「暗記したものを書く」だけでは通用しないと思いました。

専門問題の試験は、今まで業務で培ってきた知識を、文章構成力を備えて、相手にわかりやすく、丁寧に説明するように記述することが大事であると感じました。

専門問題6枚中の最後の1枚が大きな砦でしたが、今まで培ってきた経験と知識を頭でフル回転させて、スペースを埋めました。

記述試験は、最後まであきらめない姿勢が大事ですが、そのためにも、知識を多く蓄えておく必要があると思います。

4. 口頭試験対策

口頭試験の質問内容については、主にインターネットの「技術士受験を応援するページ」や「日経コンストラクション」から情報を得ました。業務経歴、経験論文の概要、技術者倫理やCPDなどについては、事前に自分なりに質問と解答を作成し、声に出して反復練習を行いました。通勤中や現場に向かう途中での車の中などで、スムーズに話せるように何度も練習しました。

専門事項についての質問は、以前に口頭試験を受けたことがある方からの情報や、自分なりに専門的な質問事項を作成し、声に出して練習を行いました。口頭試験では以下の点に留意するよう心がけました。

- ・聞かれたことに答えること。
- ・余計なことはしゃべらないこと（調子に乗らない）。
- ・質問に対する返答は短すぎず、長すぎず。
- ・面接官に誠意をもって返答すること。
- ・面接官と会話をする事。

5. 口頭試験

口頭試験は試験当日、新幹線で東京に向かいました。試験会場である渋谷フォーラムエイトには、試験開始の約2時間前に到着し、場所を確認しました。

試験までに時間があったので、試験会場近くのカラオケボックスで発声練習をしてから

試験に臨みました。最後の確認をした後は、好きな歌を熱唱し、無理して気分をあげて、試験に臨みました。

口頭試験で印象に残ったのは、体験論文の質問で、ホワイトボードを用いて説明を求められたことです。私は体験論文を作成する際に、あえて、部分的に詳述しておらず、質問して欲しいポイントを残しておきました。試験ではそのポイントの説明を求められたため、ホワイトボードを使って、上手く返答することができました。

面接では、知識力の他に、相手に分かりやすく説明するコミュニケーション能力を向上させる必要があると感じました。

6. おわりに

技術士合格発表の日に、インターネットに受験番号があったときは、本当にうれしかったことを記憶しています。社会人になって、ここまで本気で勉強したことは今回が初めてで、いい経験になったと思います。また、この仕事を始めた頃、厳しく指導して下さった方に「技術士合格」を報告できたことは、自分の中でとてもうれしい事でありました。

技術士に合格するためには、普段の業務の履行を通して、顧客に上手く説明する能力が必要であると感じました。

これからは、技術士取得を出発点と捉え、技術の研鑽およびコミュニケーション能力の向上に励み、「会話の出来る技術者」、「空気の読める技術者」を目標とし、技術士としての品位の向上に努めていきたいと思っています。

以上。

●技術士第二次試験合格体験記



平成24年度上下水道部門（下水道）

（公財）福島県下水道公社 山 岸 和 宏（上下水道部門）

1 はじめに

私は、昭和63年（財）福島県建設技術センター就職時より、現在の（公財）福島県下水道公社に至るまで一貫して下水道事業に携わって参りました。

平成24年度の技術士第二次試験にて上下水道部門（下水道）に合格したことから、この体験記執筆の機会をいただきました。

私の体験がこれから技術士、特に上下水道部門を受験する方の参考になれば幸いです。

2 受験の動機

学生の頃、技術士を取得していた教授から、「第一線の現場で活躍する技術者は“技術士”を取得しなさい。」と言われており、資格の存在は以前から知っていました。

上下水道部門（下水道）での受験を志している方はご存じだと思いますが、下水道についての技術資格試験としては日本下水道事業団が実施機関となっている下水道技術検定があります。

私もこの検定を2種、1種、3種と取得していくうちに、次は『技術士』という感じで受験することとなりました。

平成12年度に技術士補を取得し、翌年第二次試験を初めて受験しましたが…玉砕でした。試験で全く歯が立たないという挫折を初めて経験しました。

この挫折により、その順番が来たから受験するという資格から、「取得を目指す」資格試験へと動機が変わりました。

3 受験準備

1回目の受験失敗の経験から、文章が書けない自分に気が付きました。当時別名「記述士」と言われていた資格を取得するには致命

的な欠点でした。この欠点を克服するには…勉強方法は人それぞれ効果的なやり方があるので一つの参考としていただければと思います。

私の取り組みは、とにかく技術論文を読むことにしました。幸い下水道公社では下水道協会誌を始めとして、関連の専門誌を購読していましたので「個人での投資をせずに効果が得られるのではないか」との不純な動機からの勉強方法でした。

単純な取り組みではありますが、いわゆる起承転結のある文章の書き方を理解するには効果的な方法であったと思います。

また、通常の仕事をを行う中で“文章を作る”ということに心がけました。ちょっとした打合せでも参加していない人に説明するようなメモ文章を作る。仕事での提案（思いつきレベル）を文章として書き留める等々です。

これによってわかりやすくまとめるという癖がついたと自分では感じています。

このようなことを心がけて雪辱を期していましたが、最初の挫折があまりにも大きく、今回までで1度受験申込みをするも棄権という試験内容でした。

4 筆記試験直前の学習

平成25年度から第二次試験の試験制度が大きく変更（択一式の導入）になるとの情報もあり、これまでの準備を無駄にしたくないとの思いから、平成24年度試験を受験しました。

直前の準備としては建設部門の白書の学習に代わる物として、国土交通省下水道部サイトの掲載事項の理解、技術士受験支援サイトを活用しての学習を行いました。特に技術部

門全般に関することが問われるため、水道についての現状・課題を学習することに役立ちました。

また、1回目受験の反省から想定問題の解答文を暗記するのでは無く、キーワードごとに簡潔な文章を作成し覚え、臨機応変に文章を構成出来るよう学習しました。

5 反省

平成25年度から試験制度が変更となり参考とはなりません、筆記試験の合格後に技術的体験論文の作成に取りかかったため、時間的に余裕が無い中での作成、提出となったことを提出後に後悔することとなりました。

これから受験をされる方は事前提出ですので、願書の受付が始まる前に余裕を持って作成することをお勧めします。いつ作成しても自分の技術的な経験に変更が加わるものではないので“早めに”です。

6 口頭試験

口頭試験については情報が少ないですが、各技術士試験支援サイトに口頭試験の様子についての描写がありますので、余計な不安を払拭する意味でも一読をお勧めします。

また、余裕を持って試験に臨むためにも福島県は当日東京入りも可能ですが、前泊し会場確認をした方が良いでしょう。

それでも余裕は持てないと思いますが、少なくとも会場が判らず慌てるというリスクは無くなります。

これも試験制度が変更となったため参考としてですが、下水道の場合は事業計画から管渠工事、排水基準まで様々な分野が対象となります。どうしても筆記試験では得意な分野を記述しますので、それに対して不得意と考えられる事項を試問されるのではないかと思います。私の場合は経歴から管渠設計、維持管理は得意分野と思われたのか、関連法規、計画についての質問が多くありました。

また、資質向上の責務にも関連しますので、記述試験で選ばなかった問題に対するフォローアップは必須と考えます。私は記述で選択しなかった問題のフォローアップ学習をしていて助かりました。

口頭試験の最後になりますが、いわゆる

“3義務2責務”を問われなかったので不合格ということはありません。上記のような試問で責務等を確認していることも考えられますので、明確に問われなかったからといって落胆の必要はありません。(私は明確には試問されませんでした。)

7 おわりに

今回、口頭試験直前に母が緊急入院し、受験を断念しようかと思いましたが、自分の為に受験を断念したことを知ったら母が悲しむと思いきや口頭試験(12月9日)に臨みました。

母は12月29日に逝去し生前に合格を報告することは出来ませんでした、受験して良かったと思っています。技術士試験に合格したことは「がんばること」、「あきらめないこと」を教えてくれた母のおかげだと感謝しています。

技術士試験は合格率から見ても難しい試験ではありますが、目的意識を明確に持ち、あきらめずにコツコツがんばれば合格し得る試験だと経験から感じます。

最後になりますが私の指導技術士であった方への御礼を込め、その方から頂いた名言でこの合格体験記を締めくくります。

『買わない宝くじは当たらない、受けない試験は受からない! by Y. K』

これから技術士を目指す皆様のご健闘をお祈り申し上げます。

編集後記

東京電力が12月18日に福島第一原発のすべての廃炉を発表した。東日本大震災の23・3・11以降、福島県民は放射能汚染の拡大、さらには各種の風評被害と戦いながらも、前向きに復興に向けて歩きだしている。

しかし、今も度重なる東京電力の汚染水問題等への対応に加え、中間処分場が今だ決定していない現状において、福島県民とすればこの決定が当然の事としながらも、将来に向かって現実を捉えた対応が着実に進むのか不安が残る。

この事故後の会見等では、「想定外」という言葉を連発していた東京電力、しかし、今年度の第2回CPD研修会の「福島第二原子力発電」内の現場視察に参加して現場周辺の立地状況、安全神話を売りに高度な技術を駆使した施設等から、あらためて本当に「想定外」かという疑問が湧いた。

この「想定外」を再び思い起こさせたのが、伊豆大島の10月16日台風26号の襲来による土砂災害である。三原山は有史以降数多くの噴火を繰り返し、しかも、1986年11月の噴火では全島民が島外避難を行って安全を確保した。にもかかわらず、多くの死者・行方不明者を出したことは残念でならない。

そこには「想定外」と言う、噴火災害の履歴を無視した開発や周辺自然环境の変化等の現実を直視していない住民や行政があったのではないかと思えてならない。また、台風の進路情報や土砂災害警戒情報が出ていたのに「避難勧告」の問題もしっかりしない。

本県も、活火山を抱え特に「磐梯山」、「安達太良山」、「吾妻山」等は、有数の観光地であり、多くの住民が近隣で生活している。同様の災害を被らないためにも、国・県・市町村・住民等が連携して広域的な情報の共有を図って、地域社会の安全と人命安全確保に万全を期すことが求められている。

このことから、たくみ14号で取り上げた、「技術士CPD研修会」、寄稿「ふくしまの再生と未来」、「技術論文」等の内容を踏まえて、多種部門の技術士の連携がこれからも強く求められ、ふくしまの再生に向かって行動することが重要なことと思っています。

最後に、本編集に当たり、ご協力をいただきました皆様方に心より感謝を申し上げますと共に、今後ともどうぞよろしくお願いいたします。（広報委員会委員長 八巻 誠一）

編集委員

広報委員会委員長	八巻 誠一
広報委員会副委員長	佐藤 典仁
広報委員会委員	橋本 清一
広報委員会委員	渡邊 敏之

技術士 た く み 第14号 (平成26年1月)

発行所：公益社団法人日本技術士会東北本部福島県支部
責任者：〒973-8402

福島県いわき市内郷御厩町三丁目163番地の1

地質基礎工業株式会社内

支部長 長尾 晃

TEL/FAX 0246 (26) 6116

Mail f-gijutsushikai@w3.dion.ne.jp

ホームページ・アドレス <http://f-gijutsushikai.net/>

印刷：(株)山川印刷所

TEL 024 (593) 2221(代) FAX 024 (593) 5455

技術士の活用を！

私達技術士は、科学技術の向上と国民経済の発展に資するよう建設コンサルタントや技術士事務所、製造業、サービス業などで活動しております。

この他、以下のような業務でも活躍しておりますので、ぜひ技術士の活用を御検討願います。

- 地方公共団体を中心とする公共事業の業務監査・工事監査
- 地方公共団体の工事に伴う技術的事項の調査・評価
- 裁判所、損保機関等の技術調査・評価（PLなど）
- 中小企業への技術指導・技術評価
- 特許の評価、技術移転の支援