

東三河地域研究

通巻 110 号～116 号

(社) 東三河地域研究センター

目 次

- ◆平成 23 年度 東三河地域問題セミナー 1
「連動型巨大地震による広域被害への対応」
豊橋技術科学大学大学院
建築・都市システム学系 教授 河邑眞氏……………1

- ◆平成 23 年度 東三河地域問題セミナー 2
「森林療法について」
～子どもの精神科における森林での療育ケアを通じて～
国立病院機構天竜病院 児童精神科 心理療法士 高井義文氏……………8

- ◆平成 23 年度 東三河地域問題セミナー 3
「東日本大震災による工場立地への影響と環境エネルギー産業立地の動向」
財団法人日本立地センター 常務理事 徳増秀博氏……………12

- ◆平成 23 年度 東三河地域問題セミナー 4
「豊川用水事業について」
独立行政法人 水資源機構
豊川用水総合事業部 次長 坂野一平氏……………21

- ◆平成 23 年度 臨時総会・記念講演会
「大規模災害への備え」
国土交通省中部地方整備局 局長 足立敏之氏……………27

- ◆平成 23 年度 通常総会・記念講演会
「中部地域の産業振興について」
～中部地域八ヶ岳構造創出戦略の推進～
経済産業省中部経済産業局 局長 紀村英俊氏……………35

- ◆第 18 回地域関連研究発表会……………42

- ◆新日鐵名古屋製鉄所、リニア・鉄道館、アサヒビール工場視察会報告 ……50

社団法人東三河地域研究センター 平成 23 年度東三河地域問題セミナー 1

平成 23 年 6 月 7 日 (木) 14 時～15 時 30 分 カリオンビル 6 階 (市民センター) にて、河邑眞氏が講演を行った。

「連動型巨大地震による 広域被害への対応」

豊橋技術科学大学大学院
建築・都市システム学系 教授
河邑眞氏

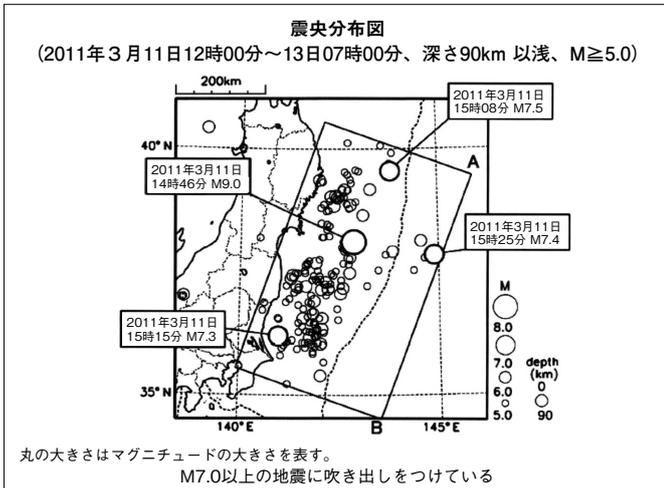


1. はじめに

この地域は東海・東南海・南海連動型地震という大きな地震が起きる可能性が高いと言われており、東南海の震源域の一部に入っています。私は豊橋の大学に勤めている以上、何か地域の防災についてお役に立つことがあればと思っています。今回、東北地方太平洋沖地震について、現地を歩いたり、資料を集めたりして、今わかることを報告させていただきます。

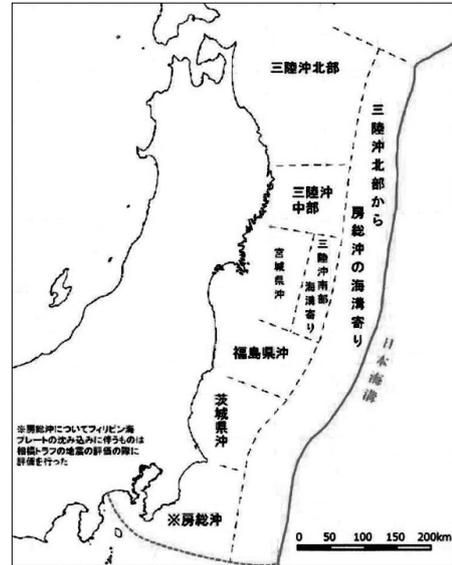
2. 東北地方太平洋沖地震の地震・津波の概要

東北地方太平洋沖地震は、南北 500km、幅 200km という大きな震源域で、マグニチュード 9.0 の地震規模でした。断層の割れが始まる地点は、仙台沖の 100km、深さ 24km で、余震の活動から動いた断層の大きさが推定されますが、これが非常に大きなものでした。



想定外という話がありますが、宮城県沖地震は 90% 以上で起きると想定されていました。東北の太平洋岸で、100 年に 1 回ずつ起きるような地震の震源域をいくつかに分けると、三陸沖中部、宮城県沖、三陸沖南部海溝寄り、福島県沖、茨城県沖とありますが、今回いくつか予想された震源断層が一緒に動いてしまったため非常に広範囲に被害を及ぼすことになりました。

想定された震源域



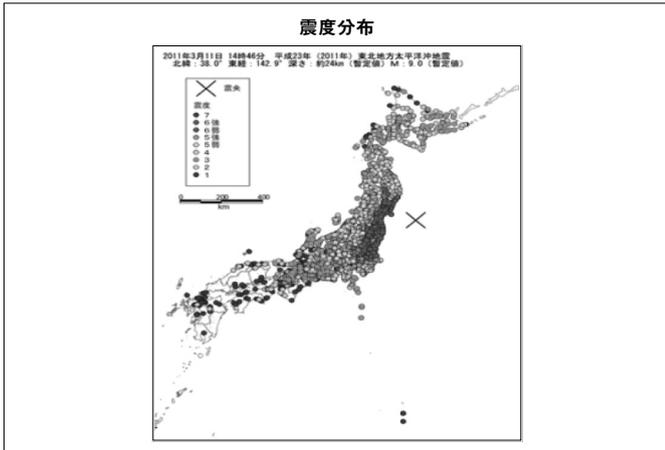
(地震調査研究推進本部 資料)

三陸沖では通常何十年に 1 回の津波が予想されていましたが、今回はそれ以上に大きな規模の津波になりました。それから、仙台以南の陸中海岸、三陸海岸のリアス式海岸は非常に津波を起しやすいため、津波に対する警戒は非常に強かったのですが、太平洋岸の比較的開けた海岸線は、あまり津波対策を強くしていませんでした。1983 年に日本海で起きた日本海中部地震では、非常に開けた海岸線のところに津波が来て、子供が 100 名近く亡くなるということもありましたが、そういう教訓は十分取り込まれていませんでした。

過去にも地震で大きな津波があったようですが、1000 年に 1 回起きるような津波が一緒に起きてしまい、まさにこの津波は想定されていなかった。それから、震源がいくつか一緒に動くということも想定されていなかった。多分我々が防災体制を敷くのに対応できるレベルの地震は想定しているから起きるのではなくて、実際起こるレベルの地震ではないと思われた地震が起こることがあり得るわけです。今回、そこを錯覚してしまったということです。

今回は、太平洋プレートと北米プレートとの間のプレート境界で起きた典型的な海溝型地震で、太平洋プレートが北米プレートを引きずり込んできて、歪みが限界に達すると滑りが起き、津波を発生させました。これが非常に広い範囲で一緒に壊れて 1 段、2 段と大きな滑りが発生したために、津波の規模が非常に大きくなって、非常に広範囲に津波被害が起きたということです。

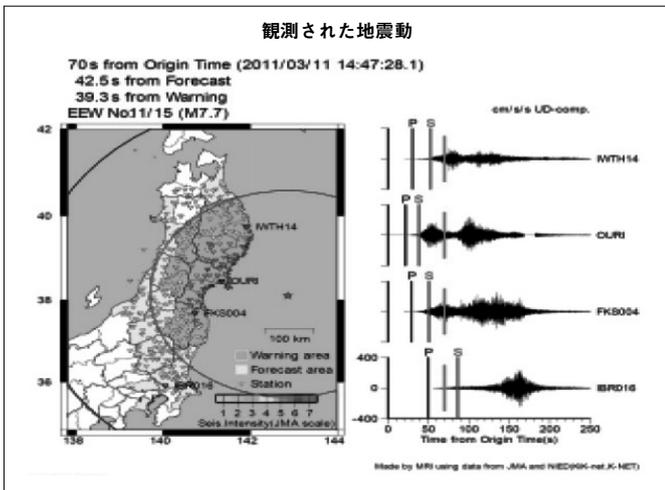
東北の太平洋沿岸地域で震度 6 弱～7 の地域がありますが、東海・東南海連動型地震が起きると豊橋のあたりは 6 強とか 6 弱になると思います。



(地震調査研究推進本部 資料)

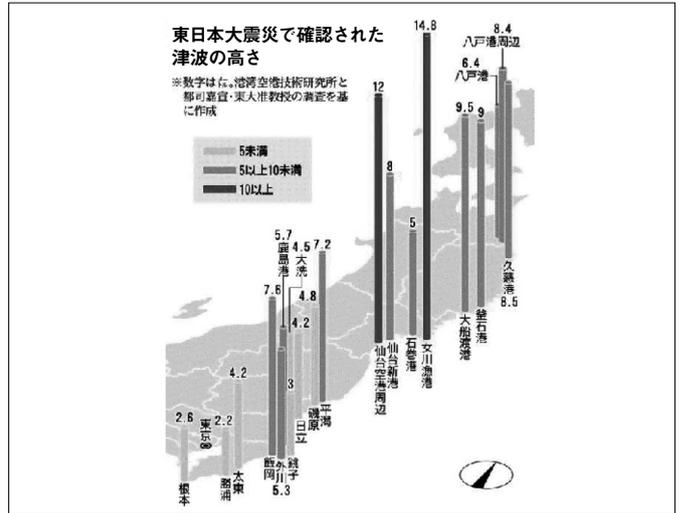
ただ、揺れ方にも構造物を壊しやすい周期の波と、あまり構造物の周期には影響しない波があり、今回は構造物に影響する波の性質が少なかったと言われています。実際現地に入ってみても、本当に6強かなと思うくらいの被害状況で単に震度だけでなく、地震動の性質を詳しく見ないといけないと考えます。

阪神・淡路大震災後、日本全国に2000カ所くらいで地震計が設置されて観測できるようになっていますが、今回の地震で観測された地震動を釜石、石巻、福島、茨城の4カ所で比較してみると、釜石ではまず大きなゆれが起きてそれから小さく揺れました。一方、茨城では、最初はそれほど大きくありませんが、だんだん大きくなって、また大きくなるなど、地震動の継続時間が長い。このことから断層の割れ方が一様ではなく、最初宮城県沖あたりで一度割れて、それからもう少し奥で大きな断層割れが起きて、南のほうへ伝わっていく。茨城ではさらにもう1回大きな地震の揺れがあったため、茨城では北からも来る、南からも来るので非常に揺られました。原発は津波が決定的な電源の喪失の原因だと思われれますが、かなりの揺れで原子力発電設備も相当に壊れていたのではないかと思います。要するに、こういう大きな断層運動が起きると、地震動の形も場所によって相当変わってくるのがわかっています。

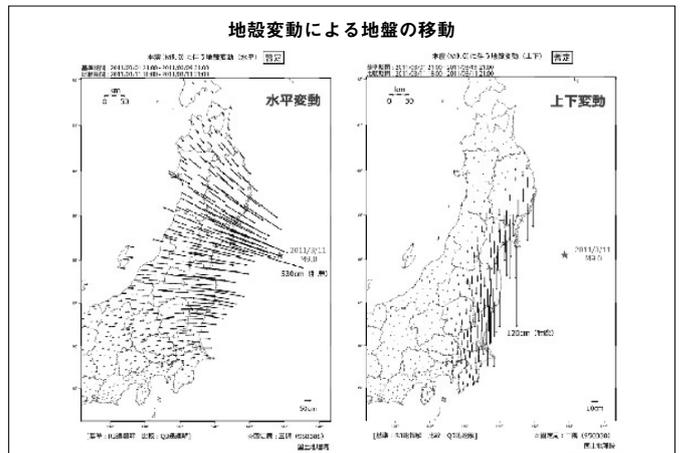


(気象庁 資料)

また、久慈、釜石、大船渡など北の地域は今までも津波の被害にあっていますので防波堤や防潮堤を大規模なものをつくって対策していたのですが、それでも2万5000人という多くの犠牲者を出してしまいました。一方、仙台から南は、そんなに入り組んだ海岸線ではないですが、ここを津波が襲って、仙台から茨城にかけて多数の犠牲者が出たということで、今回、津波で被害が出たというのは、どうも2種類のものがありそうです。



また、断層運動の規模が大きく、それに伴って地表面、地盤の表面の変位も大きく、男鹿半島では水平に5.3m、鉛直方向に1.2m動いたなど、かなり広い範囲で沈下が起きているというのも今回の地震の一つの特徴と考えられます。



(国土地理院 資料)

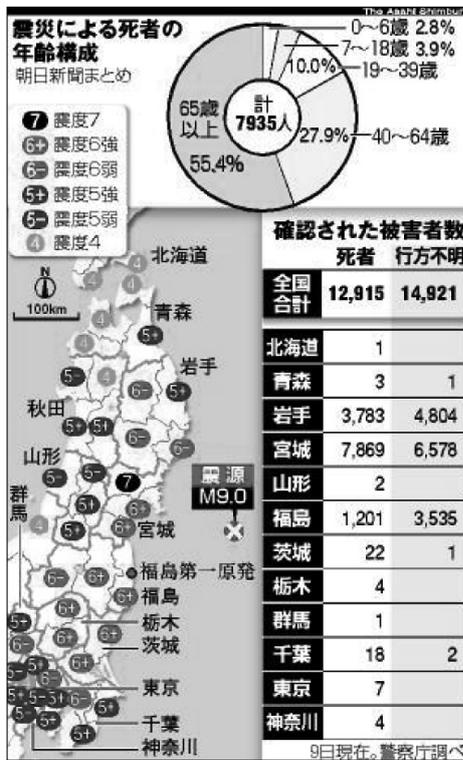
ここまですをまとめてみますと、東北の太平洋沖で長さ500km、幅200kmの領域を震源とする大きな地震が発生しました。数メートルを超える大津波が太平洋岸の非常に長い沿岸を襲いました。地盤沈下が起きて、海拔0m地帯が何割か増えました。

3. 被害の概要

東北地方太平洋沖地震の被害として、特に岩手県、宮城県は、行方不明者も含めて8500人、1万4000人と、非常に多くの犠牲者を出しています。今回の地震の場合は特に津波の被害でたくさんの方が亡くなられております。明治三陸地震

では、岩手県で2万人くらいの方が亡くなっていますが、今回も宮城県を含めて多数の死者が出る結果となりました。

それから、避難者数ですが、5月26日の時点で、岩手県で2万7000人、宮城県で2万7000人、福島県で2万4000人と、地震が発生して2カ月以上たっても、まだ多くの避難者がいます。これは、全国に遠いところにも避難されている方がいるということです。



津波による破壊的被害の代表的な事例として、岩手県の田老町をみますと、人工衛星で撮った地震前の市街地は、津波が来たときに町の中に入ってこないような防潮堤が、X字に非常に立派なものできていました。住民は防潮堤があるから大丈夫と思ったと思いますが、それが地震後はほとんど津波で押し流されて、何もなくなったような状態になっております。

私自身も行って見ましたが、湾港の防波堤が壊されて湾の中に転がっている状況でした。また防潮堤の背後に街があったのですがそれも全く消えている状況です。



(田老町防潮堤の被害)

明治29年の明治三陸地震のときに町の90%以上の2000人くらいの方が津波で亡くなっており、昭和8年の昭和三陸沖地震・津波でも何割かの犠牲者を出しています。そのため天端高10.7mという防潮堤を昭和48年から55年にかけてつくったのですが、今回海からこの高さを乗り越えて押し流してしまいました。若干RCの構造物は残っていますが、普通の木造住宅はほとんど流されてしまい、私自身もこの地域の被害予測をやっていて、震度6強や6弱でどれくらい建物が壊れるかということは考えていましたが、津波が防潮堤を越えて、浸水して建物が流されて壊されてしまうところまでは考えていませんでした。2004年にスマトラで大津波があり数十万人の方が亡くなりましたが、こういうことを目の当たりにしないと、この津波の怖さというのが実体験できませんでした。

津波への対応は大きな問題で、既往災害を超えた津波が襲ったときには、こういう防潮堤も役に立たないということです。防潮堤そのものが壊されており、ハードでの対応は難しいと感じています。

つぎに岩手県山田町の沿岸部のリアス式海岸をみますと、先ほどの田老町より海岸線が海に開けているところですが、地震後は町全体が被害を受けており、たくさんの方が亡くなっています。

現地に入ってみますと、防波堤が壊され、防潮堤の水門が引きちぎられて、その水門から来た濁流が家の基礎と地盤を破壊して傾いています。一度津波が入ってしまうと町が壊滅的な被害を受け、一部のRC建物を除いてほとんどのものがなくなっています。



(山田町防潮堤の被害)

宮城県石巻市の一部をみますと、港の背後に非常に大きな工場群があり、住宅の被害に加えて工業地域の被害も出ています。

現地に行ってきましたが、このあたりでは地盤沈下が70cmくらい起きており、夕方になると満ち潮になり、海水が道路の中にもあふれてくる状況で、線路のあたりも冠水しています。土嚢も役に立たなくなっており、こういうことが定常的にかなり広い範囲で起きており、非常に大きな問題です。



(石巻市の被害)

それから、仙台平野をみますと、仙台空港が水没して空港が使えなくなったというニュースをよく見られたと思いますが、仙台空港は海岸線から非常に近いところにあり、液状化対策はされていましたが、津波は想定外で、空港機能が使えなくなりました。現在でもまだ1日4便程度という状況です。

岩手県の陸前高田市あたりも、臨港工業団地の企業が津波で壊滅的な被害を受けております。非常に重要な施設として浄水センターがあり、このあたりでは十数mという津波が襲ってきたところですので。そこは市街地の下水を扱っているところですから早急に復旧する必要があるので道路だけはきちんと復旧した状況です。

次に道路・鉄道についても被害をみてみますと東北の場合は国道4号線が南北に走っており、海岸線沿いに6号線と45号線が走っています。45号線の場合も津波による被害が多くみられており、津波で橋が壊され、桁を飛ばした状況です。



(歌津道路橋の被害)

普通、地震耐震対策としては、橋軸方向の揺れに対して、桁がずれて落ちることを防止していますが、横から津波の力が加わり、桁を飛ばしてしまうことは設計上考えられていませんので、今後の一つの設計上の課題になります。

釜石港の高架橋ですが、この場合は津波が高架橋の下を抜けて橋は壊されずに済みましたが、橋脚の基礎が削られて損傷を受けています。しかし町に津波が入ってきて、家が流され高台へ避難した人は助かったのですが、家の中にいた人は

助かりませんでした。内陸部の盛土の被害ですが、福島県の広野町をみますと、揺れの強さも岩手県よりは宮城県、宮城県よりは福島県に近いほうが大きくて、こういう揺れによる構造物の被害の違いもでてきます。



(国道6号線被害福島県広野 東北地方整備局資料より)

高速道路についても橋脚のジョイント部(橋との取り付け部)で非常に段差がたくさんできていたり、取り付け部のジョイントそのものが壊れてしまうというような被害が440カ所出ていますがかなり復旧されているようです。阪神・淡路大震災のように橋脚が倒れてしまうような被害には至っておりません。

(3) 東北自動車道 福島飯坂IC～国土IC 土工部損傷状況(3月12日撮影)
路面に亀裂と波打ちが発生。



(東北自動車道の被害)

関東地方をみますと、千葉県浦安市や、東京湾の沿岸部で液状化の被害があります。割れ目から水が吹き出して、それがたまって人が通れなくなっており、首都高速もいくつか液状化の被害が出ています。



常盤自動車道
水戸IC～那珂IC(上り線)の被災状況
(3月11日16時30分頃撮影)
約1.5キロにわたって路面の陥没と波打ちが発生。

(常盤自動車道の被害)

JR 東日本の在来線をみますと、4100 カ所で被害を受けています。津波で軌道が変位した被害が 2200 カ所、電線をつないでいる柱が壊れていた被害が 1150 カ所、道床の研石が流された被害が 2200 カ所と非常に広範囲に被害がありました。

鉄道橋ですが、津波がきて桁を流した跡、線路が流されて押し曲げられたようになった跡、駅舎が焼けた跡などさまざまな被害があります。

これは気仙沼線で、津波で押し流されてきた瓦礫が線路上にたまっている状態で、こういうところへ入って瓦礫を撤去するのも大変ですし、鉄道の復旧をするというのは非常に難しい状況にあります。



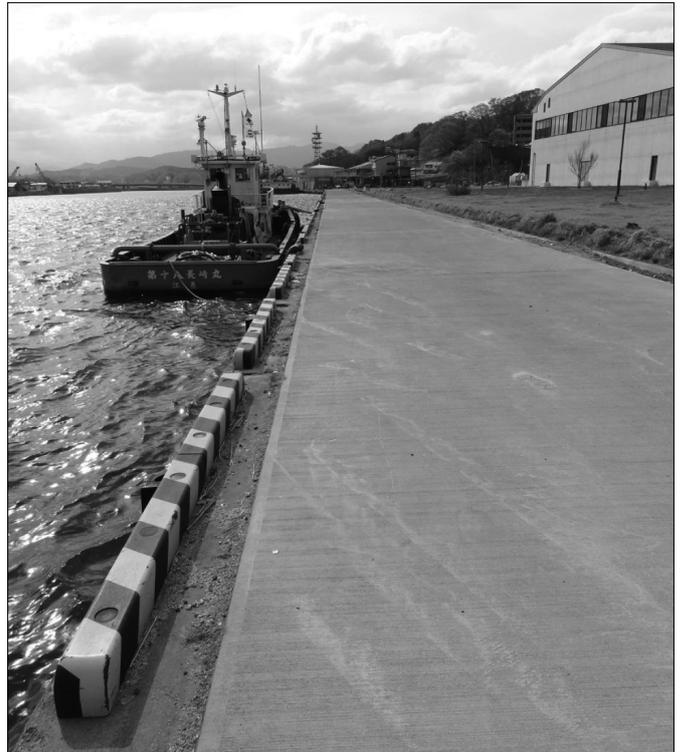
(気仙沼 在来線被害)

新幹線についても 3 月 11 日の地震で 1200 カ所、その後、4 月 7 日に大きな余震以降で 640 カ所という被害が出ています。橋脚が壊れて線路が落ちてしまうことはなかったようですが、高架橋に大きなひびが入ったというのは 100 カ所くらいあります。また、多かったのは、ケーブルを支えている電柱が壊されたというのが 540 カ所、架線が切れるというのが 470 カ所で、相当の箇所数になりますので、復旧に時間がかかり、また余震で被害がでるということで、なかなか復旧が進まなかったようです。現在、復旧している電柱は RC から鋼製のものに取り替えて、余震が来ても大丈夫のようにしています。

港湾については太平洋岸に重要な港湾がありますが、青森以外は一時的に使えなくなって、釜石や大船渡というようなところは防波堤があったのですが、そういうものが壊されてしまいました。効果がなかったわけではありませんが、止めるには至りませんでした。

港の岸壁をみると、宮古港では岸壁そのものが揺れによって壊されたということはありません。釜石港でも、少し損傷して、それを調整して今試運転しているところです。宮城県

のほうでは、少し岸壁が地震動で動かされた形跡があり、液状化で背後が壊れたというような兆候がみられます。



(宮古港)

石巻港ですが、地盤沈下の影響で少し浸水状態でした。岸壁そのものはそんなに大きな被害は受けませんでした。



(石巻港 エプロン背後の沈下)

もう少し南に下がりました福島県相馬港では、かなり大きな岸壁被害があり、震度 6 強の強い揺れの影響で被害がでています。



(相馬港 岸壁被害)

河川・海岸についても非常に多くの被害が出ており、河川では2100カ所、海岸では堤防190kmで被害がでており、地震後も大雨で洪水や、高潮などが起こるため復旧が急がれますが、非常に長い距離で被害が起きて、海岸線についてはなかなか手がつかないという状況もみられました。

石油コンビナートについても被害がいくつかあり、津波の被害で火事が出たもの、地震動の揺れでタンクが壊されたもの、長周期で少しゆっくりした揺れで揺れると、中の石油が共振現象を起こして、天板を動かして漏れてしまったもの、あるいは火がついて火事になるというような被害がいくつか見られております。仙台市の石油精製所で火事が起きましたが、タンクが壊れている状況がいくつかあり、復旧が難しいと思います。いろんな石油精製品を運ぶ鉄道やパイプラインも損傷しており、こういうものを完全に直すには長期的な時間がかかると思います。



(石油コンビナートの被害例(仙台))

4. 巨大地震による広域被害の特徴

被害についてまとめてみますと、津波によって非常に多くの2万5000人以上という犠牲者をだしました。津波も、東北の陸中海岸の市・町を壊滅したタイプと、仙台平野の海岸線を襲って町の何割かに被害を与えたタイプがあります。揺

れについては、地震動による建造物の被害はそんなに大きくはなかったのですが、非常に広域で被害が発生しているため、損傷の程度は小さいが数が非常に多い。産業施設の設備の被害はものすごくあると思われます。今回は調べきれてはませんが、建屋の中にある配線や、輸送設備が壊され操業はできないという状況が非常にたくさんあると思います。

また、原子力発電所の事故ですが、火力も含めて多くの発電所が止まっています。原発事故については鎮静化に時間がかかっており、生活や産業に与える影響も非常に深刻で、これは地震被害とは一つ別の形で考えるものではないかと思っています。

水産業に対する影響ですが、岩手県などは壊滅的な状況にあります。沿岸部には石油コンビナートをはじめ工業団地があり、東海地域もそれは同じで、こういうものが壊されることによって日本全体の経済に与える影響も非常に大きい。また沿岸部の地盤沈下によって浸水被害があり、これを食い止めるのもそう簡単な話ではありません。

いろんな被害が広域に出ていますか、地域によって被害の形が随分異なっています。死者の数をみても、住宅の被害戸数をみても、北のほうはどちらかというと津波の影響、南のほうは地震動の影響、福島の場合は原発事故も加わっているということで、本当に予想できないようなパターンがあると思います。

5. 復旧・復興の課題

道路の復旧ですが、東北地方の国道の場合、4号線から沿岸部の45号線、6号線に物資を運んで復旧をしました。これが非常にうまくいって、1週間後にはほとんど内陸から沿岸に行く道が確保されました。

このように東北の場合、幹線が内陸部にあったからよかったのですが、東海の場合、幹線が沿岸部にあるところもあり、橋が落ちてしまう可能性もありますので、東北のようにうまくいくとは思えません。

それから、高速道路も、被害規模は小さかったのですがたくさんの被害を受けています。大半の部分は、数日以内に復旧できたと思います。被害が小さかったことと、うまく現地の建設業者の方が対応できたということです。

ただ、この道路は避難所にいろんな物資を運ぶため、あるいは緊急の瓦礫の整理をするため、遺体を捜索するための道路で、一般の企業の方が自由に通れるようになったのは3月末ですから、3週間ほど待たないといけません。東海・東南海というような広域の地震が起きた場合には、緊急輸送道路が通れるようになってからすぐ、工場の材料を運ぶことができるかということ、もう少し待たないといけないということで、企業のBCPが成立するためにはインフラを早期に回復しないとイケないため、今後のBCPを考える時の課題と認識したほうが良いと思います。

鉄道の復旧は結局1カ月くらいかかっています。港湾の復旧は、神戸の場合は1年～2年という単位で港湾機能が使えなくなりましたが、今回は港湾の中の瓦礫の撤去程度で、岸壁そのものが壊れているというところが少なかったため、

4月20日からほぼ全港で利用可能となりました。

このようにインフラとして1カ月程度、ライフラインについても、地域によって違いますが、宮城県、岩手県一帯で1週間以内に、関東の茨城県と千葉県では1日か2日で解消している一方、津波被害があったところはなかなか復旧ができない状況です。福島県の場合は原発があって全然進まない状況です。電気は東北では2週間で90%、関東で3日程度で復旧し、水道は東北で2ヶ月、関東で約1ヶ月、ガスは東北で約1ヶ月、関東で3日程度で復旧しました。

応急復旧状況からみた課題として、広域被害の復旧は全国の支援体制、自衛隊の活躍で1カ月という早い期間でインフラ、ライフラインの復旧が進められております。これは阪神・淡路大震災以降の防災体制強化の成果とも考えられます。

ただ、企業のBCPを有効なものとするうえでインフラ、ライフラインの復旧に1カ月かかるということを想定外ではなくて想定内で考える必要があります。それから、津波による壊滅的な被害を受けた場合には、ライフラインの復旧は非常に困難です。原発事故の30km圏内では復旧の調査すらできない状況です。先ほど道路でも申し上げましたが、東北地方太平洋沖地震では幹線が内陸側に位置したということと、揺れによる構造物被害が小さく、重大な幹線の断絶がなかったため、復旧が比較的早くできたのですが、東海・東南海連動型地震による東海地方の被害は、必ずしもこのようにうまくいくとは考えられませんので、注意が必要です。

復旧・復興の課題として、津波による壊滅的な被害をどう防ぐかということですが、いろんな検討がされていますが、防潮堤を乗り越えてくるようなレベル2の津波（レベル2とは、阪神・淡路大震災の後、橋の設計をする場合、1000年に1回起きるか起きないかの非常に大きな地震動を想定して設計するレベル）を考える必要があるということで、田老町の例では、ハードで止めるには限界がありますので、万一越えた場合にどう逃げるかというソフト対策をハード対策と一緒にリンクして、避難施設も堤防も防波堤も一緒に考えてつくるといった考え方に変える必要があると思います。

また、広域被害が起きていますが、被害の形態は地域によって違うので、地域独自の計画が必要になってきます。そのため地域がもともと自分たちで何か持っていないと動けないということになると思います。復旧後の課題として原発事故がありますが、国による長期的な支援をしないといけないということがあります。それから、原発の安全性を検証あるいは日本のエネルギー政策をどうするか、もう一度検討する必要があります。また、工業・水産業・農業など、非常に多くの膨大な被害が出ましたが、全国の人々の協力を得て、国家的な課題として長期的に取り組む必要があります。地震が起きる前には国の財政の問題もあったので、そういう問題ともうまく連携して解決していく政策が必要だと思われる。そういう災害復興に関する資金的な問題をどうするか課題になってくると考えられます。

さらに、大きな試練を乗り越えて、新しい地域の創造を図

り、国際的信頼を得る必要があります。復興、復旧という大変な苦労もありますが、新しい地域をつくることをばねにして、うまく復興することによって国際的な信頼も得られると思います。

例えば、道州制の導入があります。今度は首都直下地震ということも考えられますので、そういうものが起きた場合には国が機能しなくなりますので、リスクを分散して、いくつかの地域政府のようなものが存在することが、日本の場合は防災上必要だと思われます。

また海辺を活用せずに、高地に都市の中心部を移す考え方もあると思います。今回の地震の次の日にスマトラの津波で被害を受けたところに行きましたが、首都の50万人が避難することは無理ということ、高台に都市機能の中心を移す考えをしていました。

6. 地域防災体制の強化について

最後にこの地域の防災体制の強化について紹介させていただきます。

第1に防災体制の基本思想を転換する必要があるのではないかと考えています。地域の危険度評価に当たっては、既往最大の災害・事故を考えるのではないと思います。今の防災体制や防災計画は、東海・東南海にしても、その地域で考える非常に危険な地震の大きさというのを想定したものと思われます。ただ、自然というのはそう簡単に人間の描いた絵のように断層破壊が起きるわけではありませんので、今回のように規模が大きくなる、あるいは少し場所がずれるようなことも十分起き得るわけですからそういう最悪の場合も考えることが必要です。単にこれだけの地震を想定して、堤防をつくっておけばいい、越えたときは避難訓練しているので何とかなんと、多分、東北の多くの皆さんは考えていたと思いますが、それを越える場合を考えないと自分の命は守れないということです。少し発想の転換が必要ではないかと思われます。

第2にそれぞれの地域に特性があって、弱いところがあるわけですから、そういうものをもう一度洗い直す必要があると思います。今の東海・東南海・南海連動型地震を考えた場合、沿岸部の市街地、工場の交通インフラにおける地震動だけではなく、津波、液状化、地盤沈下というものの危険度ももう一度検討する必要があるのではないかと思います。通り一遍の検討ではなくて、もう少し最悪の場合も考えたほうがいいと思います。

第3に、防災体制の強化という意味では、住民のソフト対策が必要です。避難しろと言ってもなかなか避難できないのが人間ですので、そこを徹底していく。また企業、行政におけるBCPをこの地域で導入するようにいろんな機会に言っているのですが、なかなか実際には導入できないので、そういう危機管理に対して認識を強くする必要があると思われます。

4番に、住民だけ、企業だけ、行政だけでは、なかなかうまく防災体制の強化はできないので、事前に協働体制について協議し、協力したほうがよりスムーズな防災、減災ができるのではないかと考えます。

社団法人東三河地域研究センター 平成 23 年度東三河地域問題セミナー 2

平成 23 年 7 月 22 日(金) 14 時～ 16 時 名豊ビル7階にて、高井義文氏が講演を行った。

「森林療法について ～子どもの精神科における 森林での療育ケアを通じて～」

国立病院機構天竜病院
児童精神科 心理療法士
高井義文氏



1. はじめに

今日は、森林療法について話をしてほしいということで呼んでいただいたが、私たちが病院の中で森林を使って子どもたちに何をしているのかということイメージしていただければと思う。児童精神科がどのようなことをしているか、子どもたちのどのような問題に取り組んでいるかということをお話したい。

2. 森林のもつ多面的な機能

天竜病院は、浜松市の北部、住所は浜北区になっているが天竜区の南の端にある。天竜区は面積の約9割5分が森林という場所であり、かなり自然豊かなところである。

森林には様々な側面がある。産業的な側面では、木を育てる林業従事者の収入源という側面がある。また、行政機関としては林業の活性化や地域振興の場でもある。例えば、天竜区では道の駅を中心として名所回りができる散策路が森林組合により整備されている。

その他の側面として、健康づくりの場がある。森林療法に少し絡むが、森林の中に入ると人間はリラックスできる。普段、街中で働いている人が、森林の中に入ることによって気分転換ができ、気持ちがりフレッシュできる。これを転地効果というが、このような側面もある。あるいは、清浄な空気の中で軽運動をすることによって健康増進に役立つような場にもなる。

そして、教育の分野では野外教育という考えた方があり、森林の中は子どもたちを教育していく場所でもある。

私たちは、子どもを対象にしていることもあり、健康づくりという側面を持たせつつ、教育という側面も森林療法に取り入れながら活動をしている。一般的に言われる森林療法は、主に健康づくりの場として森林を活用していると言える。

3. 森林の効果

2002年林野庁は、森林浴という言葉を使い「みんなで森林に行って癒されましょう」というキャンペーンを全国的に展開した。森林浴という言葉は最近10年くらいの間に使わ

れるようになった言葉で、森林の中で清浄な空気や森林の要素をうまく活用して健康に活かそうと林野庁が提唱してものある。

森林浴の効果として主に挙げられるが5つある。

■森林（森林浴）の効果

- ① 樹木が発散するフィトンチッドの効果
- ② マイナスイオンが漂う清浄な空気
- ③ 目に優しい緑色
- ④ 1/f ゆらぎ
- ⑤ 緑のフィルターを通した適度な日差し

フィトンチッドとは、樹木が放出する揮発性物質のことである。例えば、「樟脳」はフィトンチッドの塊である。本来フィトンチッドは、樹木が虫や動物などの外敵から自分を守るために放出する物質である。それを利用したのが「樟脳」で、そのままでは人にとって心地よい臭いとは言いがたい。しかし、薄めて人に優しい臭いにすると、人の気持ちを安定させ安らぎを与える効果があると言われている。

森林は、街中と比べてマイナスイオンが多いと言われている。マイナスイオンは人間にとって何が良いかというところ、①寒さ暑さへの適応能力が向上する、②血液循環が良くなる、③心身をリラックスさせる効果があると言われている。

それから、緑色は心理学的にもっとも優しい色と言われている。森林の中は、派手な原色が少ない。緑色や茶色など比較的暖色系と言われる温かみのある落ち着いた色が多い。このような色合いは心身をリラックスさせ、生理的に穏やかな感じを与えていると言われている。

1/f ゆらぎは、時間とともに変化する不規則な変動のことを言うが、このゆらぎが気持ちを和らげる効果がある。森林に入って静かな場所で澄ましていると、風が通り樹木の葉っぱがそよぐ音や川のせせらぎ、鳥の鳴き声が聞こえる。それは一定のリズムではなく、少し不規則さを保っている。このような音はリラックス効果がかり、人間に心地よさを与えている。

人間は強い日差しの中では、有害な紫外線を浴びてしまう。森林の中に入ると樹木の葉っぱがフィルターの役割を果たし、約80%の太陽光線を吸収してくれる。適度に日差しを浴びることは人間にとって良いことであり、太陽光線を適切な量だけ浴びることができるのが森林の中だと言われている。

このように森林の中は、人間の健康にとってよい側面がいくつああって、それを有効に活用しようというのが、森林療法と言われるものである。

4. 森林療法とは

森林療法を教科書的に言うと「森林環境を総合的に用いながら健康を増進していく自然療法、環境療法のひとつ」となり、その内容は多岐にわたる。林野庁が提唱するように森林浴や森林レクリエーション的な内容や森林の中で軽作業するようリハビリテーション的な内容、心という側面に焦点をあてた心理・カウンセリング的な内容、保育・教育的な内容などがある。一口に森林療法と言っても様々な利用の仕方があり、それぞれの地域によって取り組みも異なっている。

天竜病院では、子どもの心の問題に取り組んでおり、どちらかというと心理・カウンセリング的な内容や遊びを通して子どもの発達を促す保育・教育的な内容となっている。

5. 森林療法の実践事例

森林療法のいちばんの基礎となったもので「クナイブ療法」という療法がある。民間療法の一つだが、今から120年以上前にドイツのセバスチャン・クナイブ氏が自らの結核治療のために森林の中に入って、運動や食事療法を行うことにより症状が改善されていった。これが基で考案された治療法である。このクナイブ療法を基にして森林療法がつけられ、それがやがて日本に持ち込まれた。

ドイツは、保養に非常に力を入れている国で、企業に勤めると3週間～1ヶ月程度の保養休暇がもらえる制度があり、クナイブ療法や森林療法ができる保養地が国内にいくつもある。

森林療法の実践として2つ目に紹介するのが、長野県信濃町の事例である。信濃町では、町を挙げて「癒しの森プロジェクト」に取り組んでいる。信濃町は、森林が豊かで草原や湖があり、夏は涼しく保養に適した場所である。町の中にセラピーロードという散策コースを設定している。また、町独自の講座を開き「森林メディカルトレーナー」を養成している。それだけでなく、町立病院や町のホテル、旅館と提携していて、町立病院の医師が滞在者の健康管理をして、運動量のアドバイスやホテルや旅館の食事に対しても栄養学的な側面からアドバイスを行っている。実際にドイツで行われているクナイブ療法や森林療法にもっとも近いタイプの取り組みをしているところである。信濃町のメニューの特徴は、基本的に都会のサラリーマンやOLをターゲットとし、2泊3日程度で滞在してもらい、メディカルチェックをしながら森林散策を行う。そして町を挙げて滞在者バックアップして癒すことをうたい文句にしている。

これまでは、健康増進や保養という側面での森林療法の事例であったが、次は「白樺の家」という自閉症治療施設での取り組みである。自閉症の子どもや自閉症という障がいを抱える方は、人とのコミュニケーションのとりづらさ、あるいは独特にこだわり行動を基本的な障がいとして抱えており、予想外のことが起きるとパニックを起こすなど、社会にうまく適応していくことに関して、すごく大きなハンディキャップを持っている。うまく社会の中にとけこんで生活している

人もたくさんいるが、どうしても社会の中でうまくいかなかった方を受け入れる施設があり、ここで療養や治療を受けている。

「白樺の家」では自閉症や知的障がい者を対象に、山林作業や森の中でのレクリエーションを通してリハビリテーションをする取り組みをしている。データではないが、パニックが軽減したり、てんかん発作が改善したり、対人コミュニケーション能力が向上するといった一定の効果があったという報告が得られている。

6. 森林療法をおこなうために

森林療法をおこなうためには、まず身近な森林環境があって、それを利用したいと思う人がいて、その森林をどのように活かしていけばいいのか手助けしてくれるスタッフがいる。こういった大枠の形があって、対象のニーズやスタッフができること、森林がどのような状態であるのかということを活かしながら、それぞれの自治体や施設、病院で様々な取り組みがなされている。

7. 天竜病院の特徴

天竜病院児童精神科では、周辺の豊かな自然環境を背景に、子どもの精神障害や発達障害の外来・入院治療を行っている。現在、入院環境は45床の児童病棟（小児科・精神科混合）を持っており、医師、看護師、保育士、心理療法士、精神保健福祉士らの多職種のスタッフと協力しながら診療にあたっている。もともとは入院治療の一環として森林療法を取り入れたが、最近は外来の子どもたちも参加しはじめ、入院・外来両方の子どもを対象としに森林療法や園芸療法というような環境療法を実施している。

8. 子どもの精神科の仕事

児童精神科は全国的にも少なく、なかなかイメージが付きづらいが、基本的に子どもやその家族が困っていることに対して援助を行うのが私たちの仕事である。病気の治療も行うが、不適応行動や問題行動への予防や治療を行っている。そして、子どもたちの発達を促すようなかわりや地域の学校や専門機関へのサポートも行っている。

森林療法は、主に不適応行動や問題行動の予防と改善、発達を促すかわりという側面を期待して取り入れている。

どんな子どもたちが、私たちのところへ来ているかというと、一番多いのが不登校の子どもである。そのほかにも統合失調症という精神科の中でもっとも重い病気やうつ病の子どももいる。一昔前まで、うつ病は大人の病気と言われていたが、子どもの精神科の問題に取り組む先生方が全国的に調査したところ、うつ病の子どもが大分いることが何年か前に分かってきた。ただ、子どものうつ病は大人と違って明らかに気分の落ち込みを出す子どもは少なく、どちらかというと意欲がない、イライラする症状が見られることが分かってきた。統合失調症やうつ病は、気持ちの持ちようなど心の問題ではな

く脳の病気である。脳内の神経伝達物質のはたらきがおかしくなってしまう病気なので、専門的な治療が必要となる。

他にも最近では、食行動をかかえた子どもが一定数いる。一時期は思春期合併症と言われていたが、極端なダイエットの末に痩せが強くなってしまう病気である。あるいは強迫性障害という確認を繰り返す病気の子もいる。学校に向かって、忘れ物はないか宿題は忘れていないか確認が始まって、やがて学校に行けなくなってしまう症例もある。

このように子どもたちの困っている様々な問題を探して治療を行っているのが、私たち児童精神科の仕事である。

実は、東三河地域には児童精神科の有名な先生方がいらっしゃるので、児童精神科医療が充実した地域である。ただ、入院ということに関すると、子どもの入院できる精神科は全国で23ヶ所しかない。静岡県は、天竜病院のほかに静岡市に県立こども病院に児童精神科があるので、23ヶ所のうち2ヶ所が静岡県内にあるという児童精神科医療が充実した県である。

9. 子どもたちが抱える問題

子どもたちの抱える問題は多岐にわたっている。ただ、子どもたちは様々な病名はつくが、どの子どもも集団の中で不適応体験を経験している。緊張や不安感が非常に強かったり、不適応体験から心に傷を持ったり、人とのコミュニケーションが極端に苦手であったりする。また、自分からやってみる、これから挑戦してみようというような意欲や能動性が低下している。なぜ低下するかというと、子どもは問題が起こったときに自分なりに必死で何とかしようとする。やってもやってもうまくいかない体験を積んで病院に現れる。大人もそうだが、失敗をいっぱい重ねると嫌になりやる気もなくなってしまう。その結果、能動性が低下して、自己肯定感も著しく低下してしまう子どもが多いように思う。

私たちの病院に通ってくる子どもたちは、どの子どももこのような要素を持っていて、単独では社会や学校に挑戦する力を失っている子どもがたくさんいるように思える。

10. 初期の取り組み

もともと森林療法を病院の中に取り入れたのが、瀧澤先生という以前天竜病院に勤務されていた方である。瀧澤先生が森林療法研究の第一人者上原巖先生の協力を得て、今から6年前の平成17年から始めた。

初期の取り組みはトラウマ疾患（PTSD）患者で行動上の問題や薬剤抵抗性の強い患者に森林療法を試みた。その結果、どのような変化があったかと言うと、患者の不安・抑うつが軽減されたり、攻撃行動が減少したり、コミュニケーションスキルが向上する結果が得られた。どうやら森林療法は、その人の感情や行動の調整に一定の効果があるのではないかとこの研究から分かってきた。この研究成果をどうにか活かせないかということで、その後も森林療法を病院の治療の中に残した。

11. 天竜病院での森林療法のとりくみ

現在、私たちはどのような取り組みをしているかと言うと、目的は治療ケア、療育ケアの一環として行っている。子どもの感情や行動の調整能力を向上させたり、対人コミュニケーション能力を向上させることをターゲットにしながら森林療法を治療の中に取り入れている。

参加者は私たちの病院に通っている外来患者と入院患者で小学生から中学生くらいまでである。誰でも参加していいわけではなく、主治医が「この子どもにはこういう問題があって、ここが普通の治療法であるとか、普段のかかわりでは改善がみられないので森林療法を取り入れてはどうか。」という紹介して参加をしてもらうという形になっている。

活動の内容は、森林散策や森林の中でのレクリエーション、遊びが中心である。現在、週に1日、火曜日の午前中に2～3時間かけて行っている。単に子どもたちを森林の中に開け放つのではなく、医師や看護師、保育士、心理士、野外教育の専門家など多職種のスタッフが連携しながら子どもたちを森林に連れて行っている。

未開の森林の中に連れて行っても安全に活動できない。そこで、天竜病院に隣接する静岡県立浜北森林公園を利用している。公園内はかなり起伏があり、運動不足になりがちな不登校の子どもや入院患者の貴重な運動の機会になる。また、森林だけではなく、池や広場、休憩場、野鳥観察のできる施設があるなど様々な自然体験ができる。

始めたころは森林療法を行うための設備が充実していたわけではなく、いろいろな働きかけや要望をしながら改善していった。具体的な改善点は、トイレの場所を増やしてもらったことと、携帯電話がつかないようにしてもらったことである。静岡県立浜北森林公園の中心に「バードピア浜北」というセンターハウスがある。公園はかなり広いので、天竜病院から「バードピア浜北」までは、天竜病院のバスで移動している。「バードピア浜北」で「今日はどこへ行こうか」など朝礼のような話をしてから、森林散策に出かけている。

ここで、森林療法に参加していた子どもを一人だけ症例として紹介する。この子どもの診断はADHD（注意欠陥多動性障害）という生まれながらの障がいを抱えている。小さいときから落ち着きがなく、親や先生の指示が入りづらい子どもであった。小学校でも周りの児童とのかかわりがうまくいかず孤立することが多く、集中して物事に取り組めないため先生に叱られたりすることが多かった。小学高学年になると、些細なことを被害的に受け取って人を攻撃する問題行動が見られる。また、家庭ではいじめられていると訴えるようになり、ついに不登校になってしまった。以上のような問題の改善のために私たちの病院に入院し、森林療法にも参加するようになった。

この子どもを始めて森林に連れて行ったときのことを今でもよく覚えている。森林は基本的には集団で散策するが、この子どもはかなり元気よく先頭を歩く。後ろのペースを全く気にせず、自分のペースで歩いてしまい集団を置いていってし

まう。コース外で自分の気になるところがあると勝手に行ってしまったり、そこから動かなくなってしまう。歩くのが遅い子どもに対しては「早くしろ」と突然怒りだすと言った、人への配慮が欠けているところがあった。また、スタッフが介入すると「どうせ自分が悪いんだ。帰る」と言い反対に走りだしてしまう。ただ、このような側面だけではなく、同年代の子どもたちにはかかわりが少なかったが、年少児に対しては休憩時に一緒に鬼ごっこをするなど楽しそうに遊んでいる側面があった。

この子どもに対して、私たちスタッフとしては、ポイントをいくつか絞って森林の中でかかわった。まず、彼の行動をできるだけ肯定的に受け止め褒めることにした。また、自己肯定能力を高めるために役割を与えた。そして、困ったことがあったら相手でなく、スタッフに話してもらおうようお願いした。

以上のことを何ヶ月も続けていく中で、最終的には次のような感じに変わっていった。

先頭を歩くということには変わらないが、急に走り出したり、集団から外れしまう子どもに注意を促すようになった。分かれ道では後ろの集団が揃うまで待ち、後ろの様子を気にするようになった。また、直接相手に不満をぶつけることが少なくなりスタッフに話す機会が増えた。相変わらず、年少児の面倒見がよく、物を持ってあげる様子も見られた。このように森林の中で変化がある子どもがいる。

12. 子どもたちに何を体験させたいか

私たちは、子どもたちに森林で何を体験させたいかという
と以下のとおりある。

- ・ 集団の中でうまくやれた体験
- ・ 緊張感や不安感を感じずにその場でいれた体験
- ・ 人と関わることの楽しさ
- ・ 人と関わられた体験
- ・ 人と協力する体験
- ・ 課題をやりきったという達成感
- ・ みずから活動するという体験

これらを森林療法の中で体験させ、子どもたちの抱える様々な問題の改善に取り組んでいきたいと思いつながら行っている。

13. わたしたちの目指すもの

私たちは森林療法を通じて子どもたちにどんな力をつけてほしいかという、まず、対人関係を自分から築く力や自分で行動していく気持ちを持ってほしい。また、自分に自身をもって（自己肯定感）、気持ちの安定や衝動コントロールがもう少し上手になってほしい。

こういったことを子どもたちに学ばせたい、子どもたちのこういった側面を育てたくて、森林療法を治療の中に取り入れながら行っている。

社団法人東三河地域研究センター 平成 23 年度東三河地域問題セミナー 3

平成 23 年 8 月 26 日(金) 14 時～ 16 時 カリオンビル 6 階(市民センター)にて、徳増秀博氏が講演を行った。

「東日本大震災による工場立地への影響と環境エネルギー産業立地の動向」

財団法人日本立地センター
常務理事
徳増秀博氏



1. 東日本大震災の我が国の製造業の懸念材料

1) 円高による海外展開（電機・自動車）

先週から 76 円～ 77 円と相当な円高で推移しています。史上最高値と言われている状況で、企業、特に輸出産業は大変苦しい状況になっています。

2) 高い法人税

40%を超える法人税を震災前は 5%の減税にこぎつけたところ、この震災で、財源不足から法人税の減税がとりやめられ産業界が大変残念な状況になっています。

3) 自由貿易協定（FTP）の遅れ

円高と同様に自由貿易協定（FTA）の遅れも課題となっています。既に韓国は、EU 等との自由貿易協定で、車、電子部品等の競争力があがっていますが、これが日本では遅れており、製造業の足を引っ張っています。

4) 雇用形態の変化（派遣業・請負業）

今回の政権交代の中で大きな目玉になっているのが、雇用形態の変化です。景気の動きの中で派遣業や請負制度が、日本の中では大きなバッファーでしたが今はそうではありません。例えば、熊本のソニーの工場は、全部の工場を集めると 1 万人くらいの派遣がありました。リーマンショック時に派遣を止めたため相当批判を受けました。ソニーは、日本国内で生産する必要があるかという議論が社内で行われています。その面から輸出産業の急激な海外生産移管の要因は派遣業であると言われています。

5) 環境規制（CO2）による生産体制の見直し

原発が停止状態になり、東京電力も計画停電の中で火力発電所を再開しております。関西電力、中部電力も含め、電力業界は火力発電の依存を高めています。一方、民主党政権では CO2 削減 25% という目標もあり、企業の生産工程の中で削減していく縛りが、企業にとっては大きな負担になっています。今後、原発が一段落した後、脱原発の中で CO2 削減

としてソーラー、風力など、自然エネルギーに替える方向ですが、とてもまかなうことができず、その繋ぎをどうしていくかが大きな問題になると思います。

6) 電力の安定供給の不安

計画停電は、ものづくりにとっては非常に大変です。特に食品関係では、例えば、ヨーグルトは 1 日 8 時間くらい電気で温度制御して発酵状態にしなくてはならないため、あるメーカーのヨーグルト工場は全部ストップしました。同じように納豆も発酵体のために停止です。自動車産業は、土日出勤し電力消費を分散させています。

この様な状況下、工場の生産の対応は、どの様にするかが大きな課題となります。その一つに工場リスク分散があります。震災後、ある企業では何も震災の被害は受けていないが、あの震災の状況を見ると、工場を分散しないといけないので、早急に対応策を検討しています。二つに生産施設の海外移転で、新聞を見ますと毎日のように海外進出の記事を目にします。三つに電力不足に対応した設備投資、特に自家発電、生産システム等への設備投資が動き出しています。

2. 企業立地は東日本大震災で落ち込みが懸念

高度成長時代は、ものづくり工場が地方へどんどん展開していきました。これは、若い労働力を求めて地方に行くことと、土地が安いところに行くというのが大きな要因でした。その後、昭和 48 年から 50 年のオイルショックでは、立地件数は下がり、バブル時代には相当増加しましたが、バブル崩壊後の長期不況で低迷が続きました。その後の IT バブルから、最近までは増加傾向にありましたが、リーマンショックで一気に落ち込みました。立地件数は、昨年全国で 786 件と過去最低を記録しており、今年は去年より下回ると予想しています。特に福島、宮城各県の立地が毎年多くありましたが、東日本大震災における東北の被災で、そこが大幅に減少すると思っています。

3. 東日本太平洋沖地震による工場被害状況

大企業が影響を受けた地域として宮城の仙台地域、岩手の石巻地域、福島の第一原発の地域（藤倉ゴム、日立化成など）があります。それから、茨城県の臨海部（日立港）が非常に大きな影響を受けており、ベントは、三河港で用地が高潮で浸かったため、昨年、三河港から日立港に移転しましたところ、今回の地震で輸入されたベントの高級車が被害を受けました。また日立港を利用している国内メーカーも同じように影響を受けています。

三陸沿岸地域では、被災の多くは水産加工と造船、合板や、

造船に関する鉄工等の中小企業が被害を受け大きな地域問題になっています。宮古市には大きな企業もいくつか入っていますが、その一つ、キャノンの子会社が被災しました。その会社は宮古市内の内陸で工場用地を探し、行政の紹介で立地場所を決めるに至りました。

山田町も相当な被害があり、川秀という大手水産加工などの工場も被害を受けました。石巻市も大手の日本水産が被災され、工場再編をしてきましたが、9月には工場を一部稼働するまでになっています。石巻市は、水産加工会社が多くあり、全面移転してしまう企業もでてきています。中小企業にヒアリングすると、大手が動かないと中小企業は仕事がないので早く大手を動かしていく仕組みをつくってほしいという意見も多く出ています。

一方、経済産業省は、大手に対して補助金や特別融資はできないと言っていますが、石巻市の日本水産など大手企業は補助金や償却を早める特別償却などの支援を与えてほしいと言っています。

地域の中核企業が早く立ち上がらないと、震災の地域は産業として成り立たない。また地元の漁業者は、全国の漁業組合から網や船を貸りて、それを使いながら漁に出ています。そのような支援が復興に大きな役割を果たしていると思います。

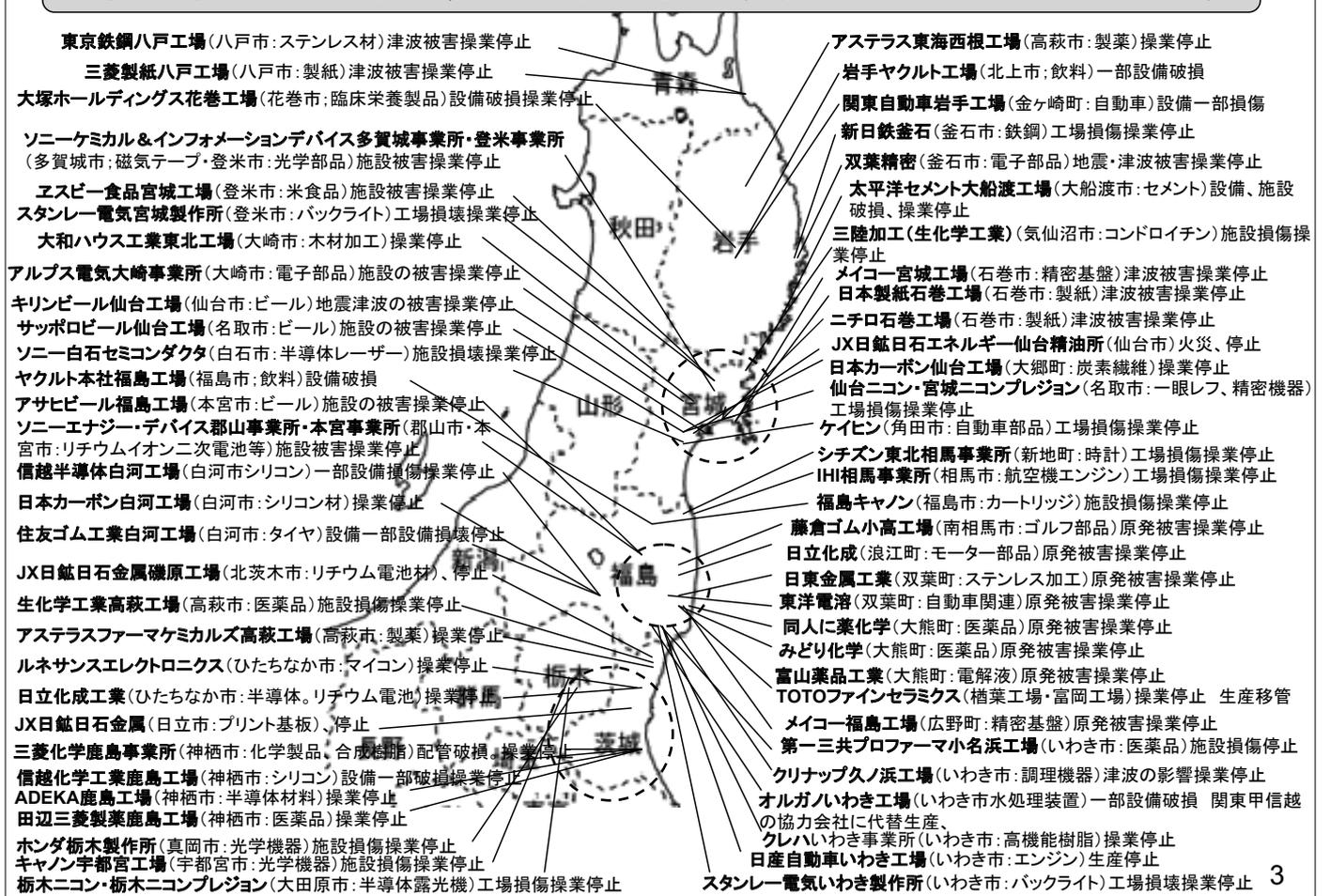
4. 東日本大震災の影響に関する緊急アンケート調査の実施

調査目的は一つに、震災の被災状況がどんな状況になっているのか、二つに、電力の供給不足に対する影響、三つに、リスク分散、部材調達についてです。対象は、従業員150名以上の企業5956社で中小企業、零細企業は今回対象としていません。5月16日に発送し、6月3日までに回収し、943社から回答を頂きました。北海道から鹿児島、沖縄までの企業を調査しましたが、3割の企業が東北・北関東に工場を持っており、東北、北関東には有数の企業集積があることが認識されました。中部からも34社回答を得ており、特にトヨタ関係の企業が東北に出ています。

アンケートでは「震災に遭った」が24.6%あり、「取引先が被災して影響を受けた」が3割弱あります。また、4割以上の工場が震災を受けて操業停止しており、一部停止も36%あります。

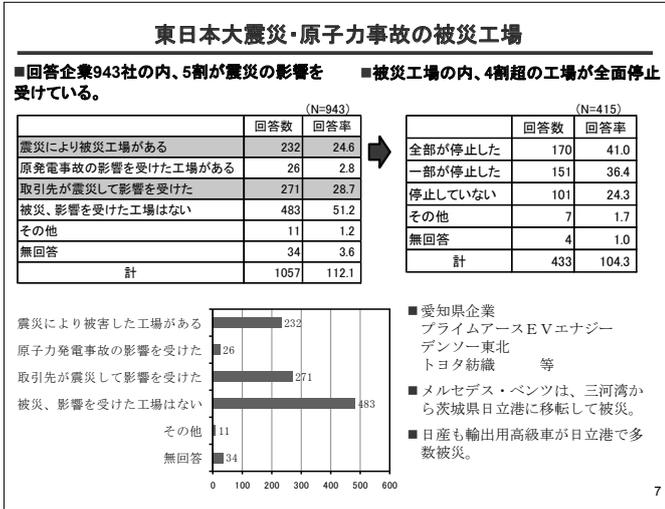
愛知県、静岡県企業でも震災を受けた企業があります。湖西市にあるプライムアースEVエナジーの工場が停止しました。福島にあるデンソー東北は大きな被災は受けていませんが、原発地域にある藤倉ゴムに工場を貸して地域産業をサポートしています。

東日本太平洋沖地震による主な工場被害状況(新聞情報2011.3.19現在)



全国の自治体では、被災した工場を受け入れたいということ、優遇措置をつくり熱心に誘致のアプローチをかけています。

例えば、佐賀県では工場用地は無償、移転費は全額負担するなどいろいろな優遇措置をつくったのです。やはり現地で再開したいという企業が91%と非常に多かったです。



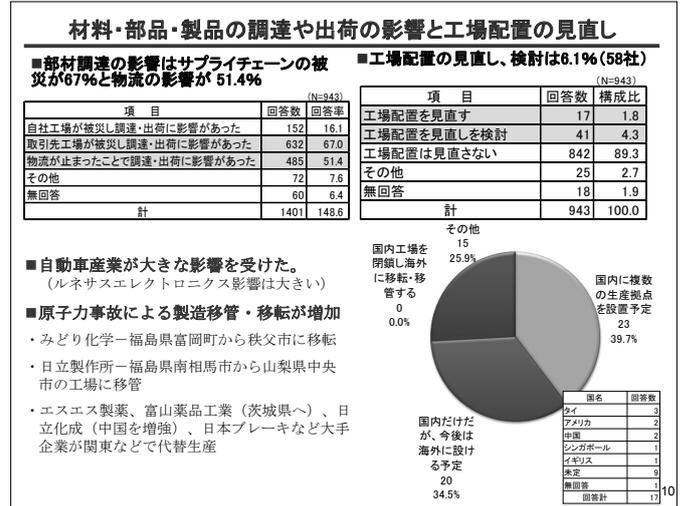
また、5月時点で7割以上が生産を再開しており、意外と大手、中堅の企業は、水産加工業みたいな決定的なダメージを受けているのは少ない。トヨタ関連も6月に、デンソー東北を除いて、ほぼ全ての工場が動いています。日本水産も9月には一部操業しました。仙台港にあるレンゴーは、いち早く仙台北部に用地を買うことで決めています。TOTOは、福島の高橋工場で原発の被災を受けており、千葉工場に移転しましたがその後、計画停電が起き、急遽、滋賀工場に移管しています。テレビのニュースでは関西の電力不足もあり、TOTOの本社は九州の工場と合わせて検討するとの報道でした。また大手シリコンメーカーではシリコンの製産行程で高熱で二日～三日の時間をかけてシリコンを引き上げすることから、震度3の地震が起きる場所での生産ができないと言っています。今回は福島県の白河工場で被災を受け、海外を含めて工場再編を検討している状況です。富士通は、サーバー（データセンター）を富山県と兵庫県に持っていきました。その他いろんなメーカーがデータセンターを東京から関西に移そうとしています。しかし、関西電力は、原子力発電の依存が高いために火力発電所を建設するための用地として、昔の自社用地を再整備しているなど、混乱しております。

材料・部品の関係の調達ですが、取引先が被災で、67%の影響が出ました。特に自動車産業では、マイコン製造のルネサスエレクトロニクスの操業停止の影響が大きかったです。茨城県日立市の工場では、マイコンがないと自動車が生産できないということで、全国の自動車大手メーカーから約2,500名の応援部隊を送り込まれました。

一番問題になったのは、原子力事故で製造移管・移転です。福島県富岡町のみどり化学は秩父へ全面移転し、日立製作所も南相馬から一部門を山梨県に移管しています。また、富山薬品工業は、茨城県に出ていくことになりました。大手メー

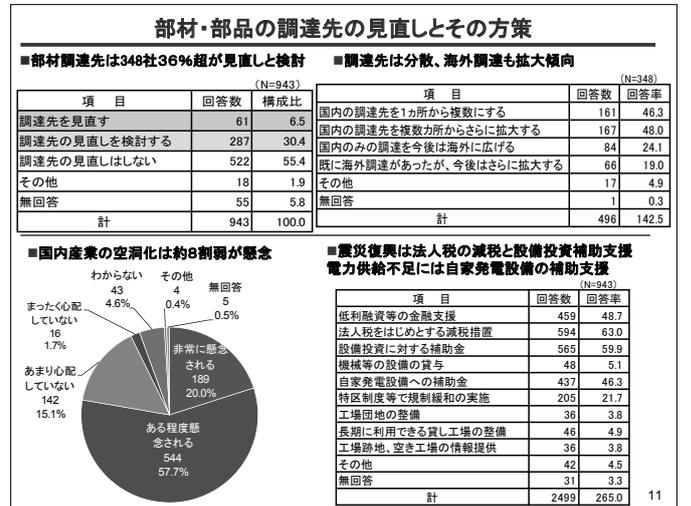
カーが意外と原子力地域に多く、電力料金が安かったということも含めて、かなりの企業が立地していましたが、一気に移転することになりました。

工場配置の見直しについては、58社ほどの企業が見直しと回答しています。ただ、58社といっても、全部新設というものではなくて、先ほどのTOTOのように自社工場へ移管が大半の状況です。



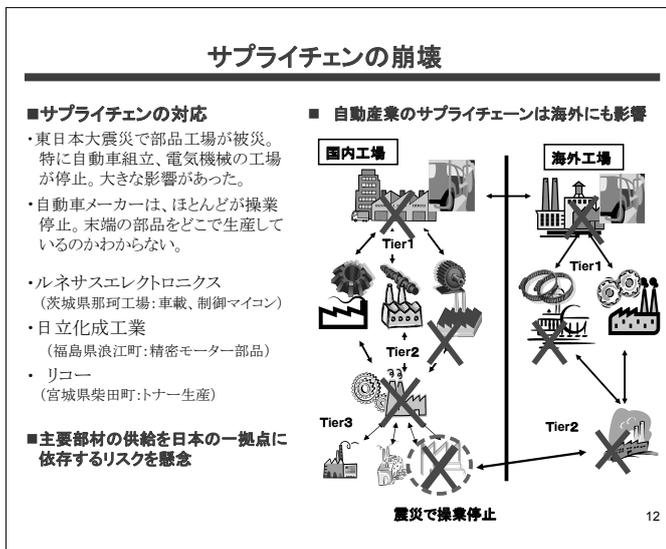
震災後の大きな問題としては、リスク分散がクローズアップされています。リスク分散は、36.5%の企業が生産・調達先の見直しを検討しています。特に東北の中小企業は、仕事が多岐にわたるようになってしまっているのではないかと心配しています。今後、政府ではサプライチェーンを含め三次補正を行うことを切に望みたいと思います。

調達先を複数にするというケースも多くなっています。先ほどのルネサスエレクトロニクスもそうですが、1社だけに頼り切っているのは危険性があり、今後複数社にしていきたいという企業が多かったです。その他、国内の空洞化を8割弱の企業が懸念しており三次補正の中の大きな目玉になると思います。また、復興予算の中で法人税増税を言っていますが、企業は減税措置を希望する企業が一番多く、次いで設備投資に対する補助なども期待されています。



5. サプライチェーンの崩壊

今回の震災で、ある自動車メーカーでは、東北にある部品工場が止まり、サプライチェーンがどこでどういうふうになっているかが全くよくわからなかった。そこで、海外工場であればいいと思ったのですが、海外工場も小さな部品を東北から調達していたので全部だめになった。こんなことは初めてで、2万、3万点と言われる部品がどこからどういうふうに調達して、それが1台の車になっているのかを精査すべきという議論になっています。それから、日立化成は福島県の浪江町という原発の地域にあり、JR西日本の電車の部品（精密モーター）をつくっていましたが、生産が止まることでJR西日本の電車が止まってしまうというところまで行きました。今回の震災では、我が国産業の主要部材の供給について、大きな影響があったと思っています。



6. 東日本大震災で立地の変化

東日本大震災以降の我が国のものづくりは、合理化による工場再編、選択と集中に向かって一気に動いています。鹿児島県の出水市にある NEC とパイオニアの工場は全部閉鎖し、300 人を解雇しました。かつて労働力を求めて全国に工場展開しましたが、今の日本の産業構造では労働力がなくなっています。東日本大震災が一つの契機になったのかわかりませんが、相当この動きが加速したと言えます。一方、工場の海外展開も加速しています。特に新興国の市場拡大として、中国、インドの市場規模が広がっており、それを求めて各メーカーが動いています。ただ、中国は最近では労働賃金の上昇などの問題を含めて、中国で生産するのが若干落ちています。そのため最近の海外製産工場の構造が変わってきています。東南アジア、特にベトナム、タイは海外向けの製品を、中国は中国国内向けの工場というパターンに変わってきています。

その一方、我が国では、グリーン産業の投資がかなり増えています。次世代自動車、二次電池、太陽電池、LED です。三重県にシャープの亀山工場では 6 年前に液晶テレビを生産

していた製造ラインに、アップル社のスマートフォン液晶パネルの生産ラインに変わっています。アップル社は、従来台湾で生産していましたが、一日、二日で電池の保ちが悪いためシャープの液晶技術を求めて進出してきたのです。新しいエネルギーとして、消費電力（LED を含む）分野にかなり投資が増え立地のスピード化が求められています。ソニーセミコンダクター九州は今年新しく工場を建てようと去年から用地を探していましたが、農地転用、都市計画など、いろいろな規制で、3年～5年の時間がかかり、生産計画のスピードに追いつかないことから、昔東芝に売った諫早工場を再び買いもどしています。大手メーカーは3～6カ月くらいで用地選定をします。これ以上長引くと、製品の寿命のスピードに、とても追いつけられない。今回の震災対応も世界の動きや、製品の問題も含め、相当なスピードが求められていると思います。その他、研究開発型の工場へ変わってきています。ソニーセミコンダクター九州では、正職員の多くは、大卒の工学部の技術者です。ここからアジア、中国への生産工場に指令をしたり、中国からの研究生を受けて訓練するなど研究開発の母工場化を図っています。もともとソニーの研究所は厚木にあり、製品は九州と分かれていましたが、現在は全て九州に研究部門を移管しています。

7. 生産におけるリスク分散立地

震災で大きな変化が出てきたのは、リスク問題の考え方がです。今までは業務リスクとして、法律違反、食品偽装問題、顧客情報の流出、製品のリコール問題などがあり、今回の東日本大震災で、リスク問題が大きくクローズアップされました。新聞等でご存じと思いますが、スズキ自動車のリスク分散があります。スズキ自動車工場は浜岡原発から 13km に国内唯一のエンジン工場の相良工場があります。また海岸に近い大須賀工場や、二輪車の技術センターさらには本社において、地震と津波が発生したら逃げられない状況にあります。

結果的には、浜松市と静岡県企業局がヤマハ発動機浜北工場の移転用地として開発を進めてきてキャンセルされた、浜北地区都田工場用地に移転することで市役所との交渉が始まりました。特に竜洋町の二輪車の技術センターに 1,000 人近い従業員がいることから早急に移転をしなければならなかった。当初はマレーシアへの移転も考えていましたが、結果として浜北地区に立地することになりました。

但し、工場のリスク分散は、3.11 の震災の以前から少しずつ増えてきています。富士フィルムは、静岡県に液晶フィルムの生産工場があり、取引先のサムソンから、静岡県は東海沖地震が心配されることで、現在九州の熊本県の菊陽町に工場移管しております。また、巴川製紙所も静岡県用宗に主力工場があり東海地震のリスク分散のために日本ゼオンと一緒に日本海の敦賀に進出しています。巴川製紙所は三重県、愛知県などで用地を探していたのですが、リスク分散を考えると、東海道以外の日本海側ルートも重要とのことから、福井県の敦賀に立地しました。さらには、愛知県からも日本ガイ

シが、日本海側の石川県に進出しています。プライムアースEV エナジーが湖西市にあります。ハイブリッド用ニッケル電池を生産している唯一の工場だったのでリスク分散で宮城県の大和町に進出、味覚糖も、奈良県の大和郡山の工場がなく、リスク分散で、関東の福島県の白河に進出しています。

スズキ自動車のリスク分散

■工場の分散懸念材料

- ・海岸線に位置している
津波の懸念
液状化の懸念
- ・浜岡原子力発電所に至近に工場がある
東南海地震の震源地の13キロ圏内

■リスク分散工場

- ・二輪技術センター(電洋町)
- ・船外機技術センター(湖西市)
- ・浜岡原発の20キロ圏内
相良工場(牧之原市)、大須賀工場(掛川市)
- ・浜岡原発の30キロ圏内: 磐田工場(磐田市)
- ・本社の移転も検討

■移転先

- ・当初はマレーシア工場(エンジン)への移転検討
(現在、増強を決定)
- ・主力の移転先
浜松市浜北区 都田地区 27ha(75億8千万円)
(雇用問題と本社移転問題から)
事業主体: 浜松市(造成: 静岡県企業局)

静岡県内のスズキの主な開発・生産拠点

図の資料: 中日新聞より作成 写真: 静岡新聞 15

8. 国内工場立地の転換点 - 新たな産業集積の胎動

国内の輸出産業は、工場の二極化が進んでいます。一つは、新興国のボリュームゾーンに生産工場が進出し、国内立地は新技術試作ラインの母工場化へ向かっています。それと新たな産業の集積の芽として、環境エネルギー、航空機産業などの製造業が、知識集約産業への転換を図っております。そのため人材育成が大変重要な課題となってきています。

具体的には新たな産業の集積の芽として、自動車産業におけるEV車、ハイブリッド車の動きが活発になっています。EV車については日産のリーフと三菱自動車のアイミーブの二つがありますが、今後各メーカーの開発に期待されています。そうすると今までの内燃機からモーターに変わるため、電池関係、電子制御関係など、今までの自動車部品産業が大きく変わることになります。その面から環境エネルギー産業も脱原発という大きなうねりの中で、大きく進化していくと思います。

9. 動き出す次世代自動車生産

次世代自動車の生産については、トヨタ系のセントラル自動車が、今年1月に宮城県で本格操業しています。また岩手県ではトヨタ系の関東自動車が、ヴィッツのハイブリッド車アクアの生産が年内中に開始予定です。さらには宮城県のトヨタ東北は、関東自動車が製産するハイブリッドエンジン工場を立ち上げています。

また、本田は鈴鹿工場で新小型低燃費車のフィットを今年中に製産するための製産ラインを入れ替えています。本田は2013年度に埼玉県寄居工場の稼働する予定です、少なくとも次世代対応車の主力になるかもしれないということです

が、震災で栃木工場の研究所で人的被害があったため、その対応であまり動きがない状況です。日産自動車は電機自動車のリーフを生産開始しています。ただ日産はいわき工場の再開で日本のものづくりを持ち上げてくれましたが、タイなどアジアなどでも内燃機のコンパクトカーを多く製産しています。将来的には日本ではリーフなどEV関係、高級車のHVの製産が主体になる方向と思われます。マツダは新しい路線で低燃費のエンジンをつくっており、経済産業省が補助金で設備投資を出しています。三菱自動車は、EV自動車のアイミーブを製産していますが、今後2013年度に商業用EV車を投入する予定で、岡崎工場等で生産を早めるかもしれません。

10. 自動車用電池の種類

EV車やハイブリッド車において、一番問題になるのは電池です。ニッケル水素電池は、プライムアースEVエナジーが、湖西市でプリウスに搭載しているニッケル水素電池を生産していますが、もともとニッケル水素はアメリカがパテントを持っていて、日産がそのパテントを買いました。しかし日産はそれを生かし切れてなくて、結局トヨタや三洋電機などに売り払い、トヨタがニッケル水素電池でハイブリッド車を製産しました。本田は丸形のニッケル水素電池をジーエス・ユアサと一緒に製産し、インサイトに載せています。また、三菱自動車のi-miEV搭載のリチウムイオン電池もジーエス・ユアサと三菱商事、三菱自動車の出資会社リチウムエナジージャパンが滋賀県で新工場を建設しています。

自動車用電池の種類

ニッケル水素電池

「プリウス」のニッケル水素電池パック

「インサイト」のニッケル水素電池パック

電池モジュール
円筒形電池7セルを直列に接続したモジュール12個で電池パックを構成

リチウムイオン電池

LEV50

4セルを直列に接続しモジュール化

LEV50-4

モジュール

写真:「プリウス」の電池は日経ビジネス、「インサイト」はAutomotive Electronics

・三菱自動車のi-miEVは、モジュールを前席下に10個、後席下に5個、その中間に7個、計22個(88セル)を搭載。
・バッテリーパックは、ケースで覆われ保護される。

資料: 三菱自動車、リチウムエナジージャパン 20

日産は、NECと共同で電池を生産していますが、海外でも生産する動きになっています。今まで内燃機で動かしていた自動車は、電池、電子制御、モーター、コンバーターなどで動かすため、爆発する危険物がなくなり安全性も高まって各種の規制がない状況です。静岡県浜松市にTakayanagiという木工会社があり、その会社では電気自動車をつくり、600万円で売っています。電気自動車は電池とモーターがあればどこでもできるものです。

電池は発展途上にあり、今のリチウム電池は完成ではありません

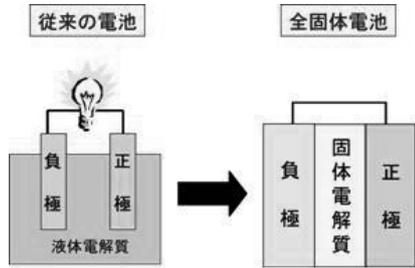
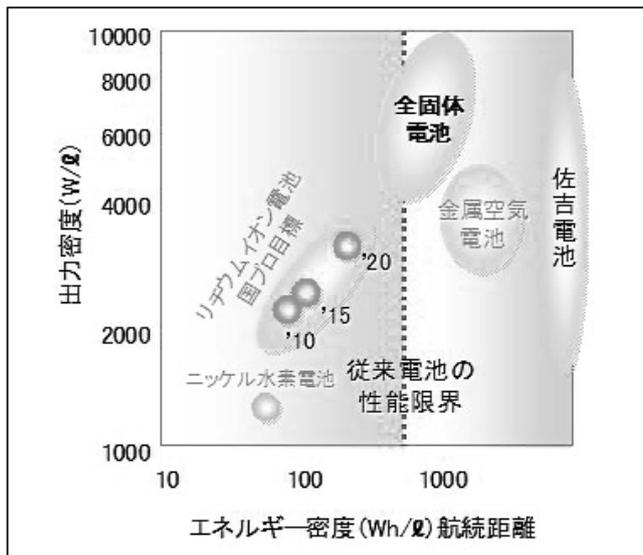
せん。トヨタの東富士研究所にいる電池関係の部長さんは「佐吉電池に最終的には行きたい。」とっています。佐吉電池とは大正15年に豊田佐吉が電池自動車をつくる野望を持っており、60貫目(225g)くらいの電池で100馬力の出力、走行時間36時間連続走行できる電池をつくることをいっていたそうです。トヨタのなかでは、燃料電池、リチウムイオン電池の固体電池が研究されています。現在のリチウムイオン電池は、電解液が入っていますがこれがくせ者で、ソニーはパソコンで電池の発火があり、数百億円の賠償金を払ったということがありました。トヨタが一番心配しているのは、パソコンの1000倍くらいの容量を載せないとパワーが出ないため、漏れる事故があったら大変なことになる。そのためには電解液を固体化したリチウムイオン電池の研究を早急に進めなくてはならない。これが完成すると、トヨタはEVに多分向かうだろうと思います。一方、日産自動車はハイブリッドを生産しなかったのは、少し読み違えまして、こんなに長くハイブリッド車が長くとは考えていませんでした。現在は高級車のハイブリッド車を製産することになりました。三菱自動車は会社としての経営の厳しさもあり、トヨタみたいに資金的余裕がないために一飛びにEV車に飛ぶことしかできなかった。EV車とハイブリッド車は全く生産の工程が違うことから、投資も大きくなるため、三菱自動

車は資金的にできなかった。リチウムイオン電池が固体になると、生産の安定性も確保できるため大量生産もできるようになります。また、トヨタは、希少金属を使わない仕組みも研究しています。リチウム電池もアメリカはハイドロケベックという会社がパテントを持っていますが、それに代わる日本独自の技術開発をすることをトヨタがねらっていると思われます。

11. 次世代自動車用二次電池を巡る出資・供給関係と設備投資動向

電池について自動車メーカーと電気メーカーが共同出資し、供給をしています。例えばジーエス・ユアサとホンダの資本で設立したブルーエナジーは、京都の福知山工場で、ホンダのインサイトのニッケル水素電池を製産し、ジーエス・ユアサと三菱関連企業で設立したリチウムエナジージャパンは三菱自動車に供給しています。日産はNECトーキンと連携して生産していますが、需要が増大するとNECも他社と連携するかもしれません。韓国勢の勢いもありアメリカでLG化学が米国から補助金をもらって、アメリカのフォード、ゼネラルモーターズに電池を供給している。さらには三菱自動車にも供給する可能性もあり、世界の電池生産の地図も大きく変化する可能性を秘めていると思われます。

開発が進む次世代電池



資料:NEDO



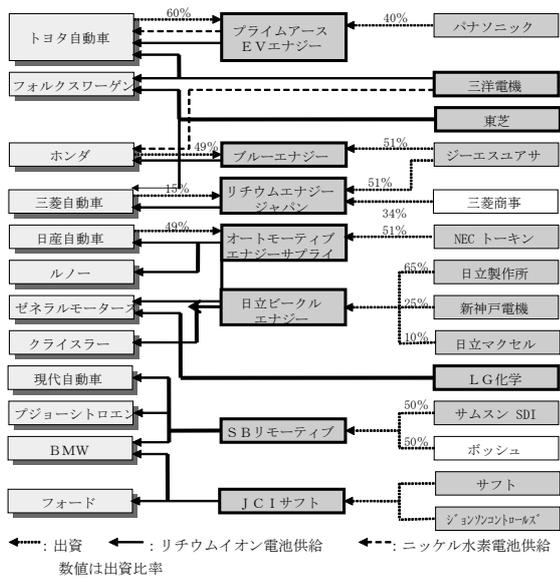
資料:トヨタ

資料:トヨタ 射場部長

	安全性	容量密度 (LiCoO ₂ 正極重量あたり)	電流密度	寿命 (充放電回数)
従来のリチウムイオン電池 [市販品] (従来技術)	△ (大型化にともない、発火・液漏れの危険性あり)	○ (100~160 mAh/g) ¹⁾	○ (一般的には最大10~20 mA/cm ² で作動可能)	○ (通常500サイクルまでの評価が多い)
全固体電池 [試作品] (本技術)	◎ (無機物なので危険性なし)	○ (110 mAh/g)	○ (現在10 mA/cm ² での作動を確認)	○ (500サイクルまで確認)

<参考文献> 1) R. Moshkev and B. Johnson, Journal of Power Sources, 91 (2000) 86-91

次世代自動車用二次電池を巡る出資・供給関係



一番好調なのはプライムアース EV エナジーで、パナソニックとトヨタが共同でつくった会社です。湖西市にパナソニックの工場があり、その一画を借りて生産してきたのが最初で、その後狭いということで、湖西市内の大森工場に移っています。ただプライムアース EV エナジーは、JR 新幹線沿いにあり、リチウムイオン電池の生産で事故があると、新幹線を止めるおそれもあることから3年前に今の本社工場となった大森工場に移転した。また、仙台北部にも新たに工場進出しています。電池メーカーの一番新しい工場は、ジーエス・ユアサと三菱関連会社が出資設立したリチウムエナジー ジャパンで、滋賀県の栗東市に昨年第1工場が操業しており、今年第2工場をつくる予定です。

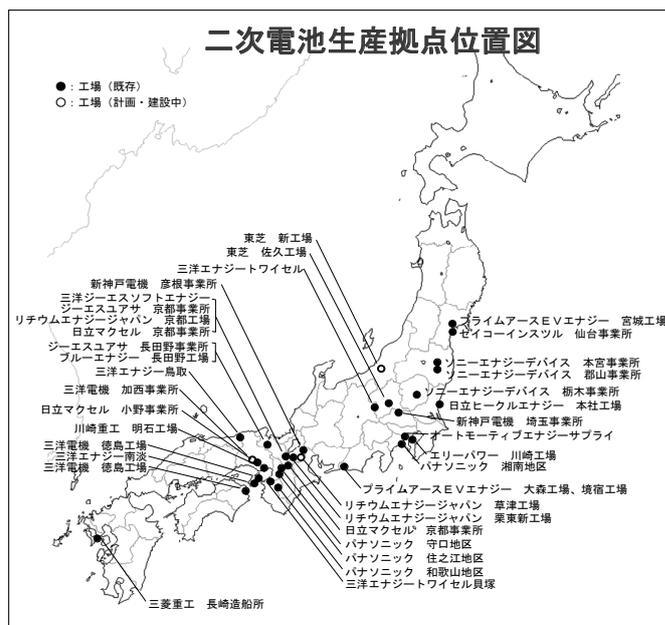
東芝も新潟県の柏崎市で工場用地を借りています。なぜ用地を買わないのか聞いたところ、東芝の担当者は、「リチウムイオン電池はどうなるかわからないので、当面は土地を借りる。」とっています。

アメリカのベンチャー企業でテスラモーターズには、トヨタが50億円、パナソニックが30億円出資しています。現在の従業員は、800人ぐらいで工場が、デトロイトではなくシリコンバレーからたち上がりました。日本でいえば豊田ではなく秋葉原で生産された車みたいなものです。何でシリコンバレーかというとITの制御技術で車をコントロールすることで車の動力を確保し、IT技術で電気自動車をコントロールする。テスラモーターズのロードスターにはパナソニックの丸型のニッケル水素電池が搭載され、コンピューター技術で制御しているEV車です。国内での京都大学や早稲田大学、光岡自動車などの中小企業が多数参入しており、今後の日本の電気自動車の発展に大きな役割を担うことになると思っています。

電池の立地件数については、中部は意外と少なく、関西、

滋賀県に集中しています。中部はプライムアース EV エナジーがありますが、関西に集中している要因としては、研究所が近くにあることが二次電池工場展開の大きな要因になっています。ジーエス・ユアサのブルーエナジーは京都府福知山市にあります。工場と研究所が離れていることから研究者が行き来するのに大変であるといわれております。したがってジーエス・ユアサが新しい工場用地確保するには、土地価格が高いが京都の本社から近く技術者も行けるところとして、滋賀県の栗東市に立地しました。

二次電池生産拠点位置図



12. 太陽電池の市場動向

今日（8月26日）は再生可能エネルギー買い取り法案が参議院を通過したことで、太陽電池が注目を集めています。日本の生産量は上がっていますが、シェアは落ちており、特に中国製に押されています。日本の買い取り法案は、中国を喜ばせる法案ではないかと言われますが、スペインなどのソーラパネルは、ほとんど中国製品に押され、ドイツのQセルズは数年前まで世界のトップでしたが、今は中国のサンテックパワーに市場を奪われております。

日本は三洋電機、京セラ、シャープのほか、昭和シェルソーラー、ホンダソルテックも、投資を活発化させておりますが、今回の電力買い取り法案でさらに国内企業の投資が高まると思っています。今多くの企業がメガソーラー計画をしていますが、ただ買い取り法案では、買い取り価格がまだ決まていませんので、商売としてペイできるかがよくわからない状況です。

川崎重工の名古屋工場はボーイング787の部品を生産していますが、屋根の上に太陽光発電設備をつけています。東京エレクトロンの新しい宮城工場は、屋根の上にパネルを張っていますが、工場の動力として使うことができませんが、本社ビル事務棟の電力には使うことができます。今後は太陽光発電の発電効率を高める技術開発が注目されているところで

す。技術開発では去年オーストラリアの世界ソーラーカーラリーで東海大学が優勝しました。レースに使用したシャープの化合物タイプの太陽電池は、変換率 30% と高いものでした。多くの太陽電池は 10 数% しかなく、発電効率があまり良くない。今後メガソーラや家庭などへの普及には、変換率を高める技術開発が重要なポイントになってきます。



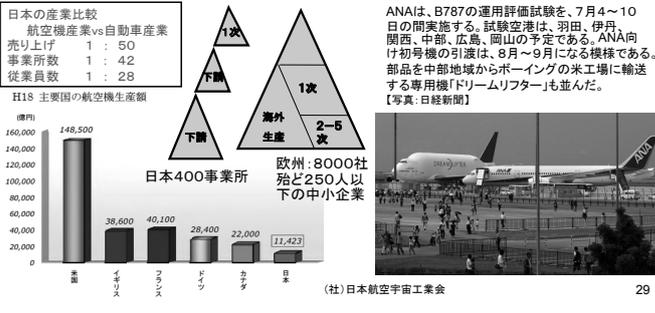
13. 航空機産業の取り組み

今後の我が国産業の方向として注目されるのが航空機産業です。航空機産業は、愛知県や中部経済局で航空機産業への取り組み産学官連携事業が活発に行われております。ボーイング 787 の機体部品の 35% は日本で生産されています。ボーイング 787 は 3 年遅れで、全日空が導入しましたが、同機の受注は今後相当数見込めると云われておりますので、35% の部品生産となりますと相当なビジネスとなります。東海地域では、国内の航空機部品の約 45% 超を生産しており、これからの増産に期待されています。また、三菱重工の準国産機 MRJ の生産も見えていますので、この地域の航空機産業は、今後、ポスト自動車と期待されると思っています。

今、日本では 400 事業者くらいしか航空機に携わっていませんが、海外では 8000 社～1 万社と多くの工場が関連しています。これを今後、国内でどのように育てるかが大きなポイントとなると思います。長野県駒ヶ根市に立地している平和産業は、千葉県の精密加工の会社ですが、三菱重工の MRJ 部品生産のために 5 年前に工場用地を探していましたが、当時の愛知県では労働力事情が厳しく、ほとんど人材が採れないということもあって、駒ヶ根市に立地しました。この企業は「はやぶさ」のプロジェクトにも参加しており、小さな会社ですが、ものすごい精密加工技術を有しています。現在は、エンジン部分の加工をしています。今後は愛知県を中心とした東海地域に航空機部品の集積が期待されているところです。

航空機産業の取り組み

- 航空機産業は自動車産業の4%、GDPの0.29%にすぎない。
- B787は、日本からも三菱重工を始め数十社が参加。機体部品の35%を生産。
- 今後、B787の増産体制と三菱重工のMRJの受注生産開始で関連産業の仕事が増加。
- 航空機部品の製造、納入には、認証規格であるJISQ9100取得と安定性が要求される。
- 国内各地では航空宇宙産業への参入を目指し、協議会や研究会などを立ち上げて、技術の向上や人材育成に力を入れている。



アメリカのノースカロライナで生産予定のホンダのジェット機は、ホンダが飛行機参入を目指して長い間研究されてきたものです。製産機は、プライベートジェットのために日本でのビジネス市場がないことからアメリカで生産することになっています。まんでんプロジェクトは、JASPA という横浜にある会社と新潟市が連携して、新しい航空機エンジンを開発中です。また、都内 10 社が集まる中小企業グループ、アマテラスは、今年 7 月に米国から油圧バルブの生産を受注しています。今後の我が国の航空機産業の発展が大いに期待されているところです。

14. 知的集約型産業への転換

日本のものづくりは、知識集約型産業が重要なポイントになっています。日本はノウハウ、技術、省エネ技術など、台湾、中国にはつくれない知識技術を創造していかなければいけないといわれており、文部科学省、経済産業省等、国の支援が強化されているところです。そういう面で、商品の心臓部製作工程は国内で、組み立て加工は海外で行うのが主流となっています。京セラの IC パッケージは他社では絶対にまねができない。京セラのノウハウは世界どこへ行っても負けないので、京セラは日本で製産しています。その他、ファナックのロボットの技術など知識集約産業が国内製産のベースとなっております。

日本産業は知識集約型産業へ進んでいかないと生きていけないと思います。以前ある大学の先生から日本の開発についてお話を聞きました。それによると、先端複合材、高速超伝導材、メモリー、MPU、液晶など、今の先端産業の発明は全て欧米です。日本は個性というものをどうも疎外する傾向にあり、発明は苦手です。しかし、我が国はいい技術、いい生産ライン、いい商品をつくっていく商品化技術を持っている。これが我が国の大きな力だと思っています。

【参考】日本の製品開発力

- 発明は75%が米国、25%が欧州、日本はゼロ
- 商品化は60%が日本
- 均質的な日本ではチームで開発する商品化能力は高い
- 強い個性、奇人、変人、創造力では移民国の米国には及ばない(オタク、フリーターなど)

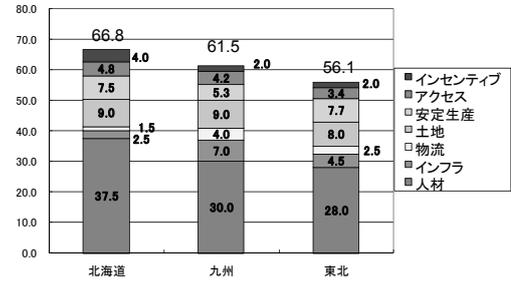
日本の開発力ー先端商品45種類の発明国と商品化国(米商務省、早大MOT入門)

商品	発明	商品化	商品	発明	商品化	商品	発明	商品化
先端複合材	米国	日本	ファクシミリ	欧州	日本	ロケット	欧州	米国
高速超伝導材	欧米	未	Copy, Printer	米国	日本	軍事用レーダー	欧州	米国
ナノ材料	米国	未	マルチメディア機器	米国	日本	民間ジェット機	欧州	米国
メモリー	米国	日本	先端通信機器	米国	欧米	ジェットエンジン	欧州	米国
MPU	米国	日本	ネットワーク機器	米国	米国	MRI	欧米	日本
半導体レーザー	米国	日本	インターネット	米国	米国	医薬品	米国	米国
光ファイバー	米国	日本	携帯電話	米国	日米欧	バイオ技術	米国	米国
液晶	欧州	日本	ノートブックPC	米国	日米	ジェノミクス	米国	米国
半導体製造装置	米国	日本	デスクトップPC	米国	日米	Bio Informatics	米国	米国
半導体検査装置	米国	日本	ソフトウェア	米国	米国	分子制御技術	米国	米国
テレビ受像器	米国	日本	ファジー応用	米国	日本	自動車	欧州	日米欧
電卓	米国	日本	Super Computer	米国	米国	Antilock Brake	米国	日欧
デジタル時計	欧州	日本	CAD	米国	米国	電気自動車電池	米国	未
DVD、CD	米国	日本	NC工作機械	米国	日本	燃料電池	欧州	未
自動焦点カメラ	米国	日本	ロボット	米国	日本	品質管理	欧州	日本

34

北海道に立地した自動車部品工場の立地理由は人材

■自動車部品メーカー立地場所の評価 (評価点:100点満点)



- 将来に向けて 人材育成 (工業高校系の技術者・技能者の存在)
- 日本国内の交通条件、インフラはほとんど変わらない
- 進出後(前)のフォローアップ (ワンストップ:インフラ整備、採用活動、地元機関とのパイプ)

36

15. 国内の工業立地は優秀な人材獲得がポイント

被災地の岩手県は以前から人材育成に取り組んでおり、中でも高校教育からものづくりに取り組みを強化しております。例えば、黒沢尻工業高校は、普通は3年で卒業ですが、その後、専攻科を2年間、設けています。12名定員で、彼らは技能オリンピックにも参加し、技能検定2級を必ず取得することとしています。岩手県に立地している関東自動車は優秀な人材を採れることから研究開発施設を2年前に開設しました。

また、北九州市もものづくりを復活させたいとのことからデュアルシステムというインターンシップを推進しています。戸畑工業高校は、閉校される予定でしたが、当時の民間出身の校長が、ものづくりのわかる方で、入学した1年生160名全員を夏休みに地元の工場へ1週間実習させ、2年生になったら、さらに長く現場に行かせる。そして3年生になると、企業内定者も出るようになり、現在では地元のTOTO、新日鐵、三井ハイテックなどの大手企業が卒業生を積極的に受け入れている。今では、入試の倍率が1.3倍の優良高校に変身しました。

企業立地に人材が重要ということの事例としては、北海道に愛知県の幸田町にあるデンソーが立地した例をみることができます。デンソーの立地地点の選定には、人材、インフラ物流、土地価格などの条件を数値化して比較するのですが、その中で一番高い点数配分は雇用で、全体の半分の点数を配分しています。その結果、北海道、東北、九州が有力候補となり、最終的に北大、室蘭工大などの存在が、人材面で優れていることから北海道に決定しました。人材が企業誘致の成功のポイントになると思われま

16. 中小企業のグローバル化支援

近年国内の中小企業は、海外ビジネスの展開を考えていなくてはならない時代になってきました。中国がGDPで日本を抜き、5兆8,900億ドルになる中で、国内市場が大分縮小してきており、否応なしに中国市場に進出していかなくてはならない。東北経済連では中小企業のビジネス交流を積極的に推進しており、昨年には天童市の齊藤工業と中国の企業が一部提携した実績もできています。

また岐阜県の大垣市でもグローバル化支援として銀行が支援していますし、浜松市も中国瀋陽市と経済交流協定を締結して今後産業面の提携強化を図っています。

17. 今後の産業方向を鳥瞰する

今後、我が国の産業は、環境・エネルギー産業と航空機産業が大きく発展し、それに関した企業の地方立地が生まれてくると思います。愛知県は非常に大きなグリーン産業や航空機産業の素材集積があり、特に次世代自動車の開発や二次電池の素材や研究開発シーズが多くあります。そういう面で、これらの産業の知のネットワークというのをどうやってつくっていくかということを考えていく必要があります。もう一つは航空機産業が大きい産業になりつつあり、それも考えていく必要があります。その中で知の展開として人材育成は大きなポイントになると思っています。

社団法人東三河地域研究センター 平成 23 年度東三河地域問題セミナー 4

平成 23 年 12 月 19 日(月)14 時～16 時 名豊ビル7階にて、坂野一平氏が講演を行った。

「豊川用水事業について」

独立行政法人 水資源機構
豊川用水総合事業部 次長
坂野一平氏



1. 豊川用水の施設について

1) 豊川用水の主な施設

独立行政法人 水資源機構（以下、水資源機構）は、地域に対して安定した水の供給およびそれに係る施設の管理などを行っています。水資源機構が管理している豊川用水の主な施設としては、2つのダム（宇連ダム、大島ダム）、7つの調整池（三ツ口池、初立池、駒場池、大原調整池、万場調整池、芦ヶ池調整池、蒲郡調整池）、6つの取水施設（大入頭首工、振草頭首工、佐久間取水施設、寒狭川頭首工、大野頭首工、牟呂松原頭首工）、そして幹線水路、導水路などがあります。



2) ダム施設

豊川支流の宇連川に宇連ダム、大島川に大島ダムがあります。宇連ダムは、豊川用水事業（事業工期：昭和24年度～42年度）で造られた貯水量約2,800万 m^3 のコンクリートダムで、豊川用水の水計画の約2割、開発水の約4割を担う主水源となっています。大島ダムは、豊川総合用水事業（事業工期：昭和52年度～平成13年度）で造られた貯水量約1,100万 m^3 のコンクリートダムで、平成14年度から運用開始しています。

3) 調整池

豊川用水事業で造られた調整池は、三ツ口池（有効貯水量20万 m^3 ）、駒場池（有効貯水量80万 m^3 ）、初立池（有効貯水

量160万 m^3 ）の3つです。

豊川総合用水事業で後から造られた調整池は、大原調整池（有効貯水量200万 m^3 ）、万場調整池（有効貯水量500万 m^3 ）、芦ヶ池調整池（有効貯水量200万 m^3 ）、蒲郡調整池（有効貯水量50万 m^3 ）の4つです。豊川の上流から東部幹線水路では、大原調整池、三ツ口池、万場調整池、芦ヶ池調整池、末端に初立池の順で、また西部幹線水路では駒場池、蒲郡調整池の順で配置されています。

4) 取水施設

振草頭首工は、宇連ダムに導水する重要な施設であり、宇連ダムの水の2/3は、ここからの導水で賄われています。大野頭首工は、東部・西部幹線水路への取り入れ口です。また、寒狭川頭首工は、豊川本川から大野頭首工の上流に導水するために豊川総合用水事業で造られた施設です。そして、牟呂松原頭首工は、大野頭首工の下流に位置し、豊川用水より古くから存在する牟呂用水、松原用水への取水を行うための施設です。



5) 水路施設

大野頭首工から6kmの導水路を経たところに東西分水工が位置し、東部幹線水路（76km）・西部幹線水路（36km）の2つの幹線水路の分岐点となっています。豊川用水における開水路は、コンクリートライニング水路が標準的な形式です。チェックゲートは、幹線水路の途中に設けており、安定的な分水や水路の水位を一定に保つための施設です。



2. 豊川用水のなりたちについて

1) 松原用水と牟呂用水

松原用水は、1567年（永禄10年）に井堰が設置された最も古い用水です。河川の氾濫などで安定取水ができず、何度

か堰の移設がなされ、1869年（明治2年）に、現在の松原地点に移設されています。

牟呂用水は、1887年（明治20年）に、現在の牟呂松原頭首工付近から取水を開始した賀茂用水を、翌年に牟呂地区まで延長したのが始まりで、1894年（明治27年）に完成しています。

そして、両用水は豊川本川からの取水の安定を図るため、1959年（昭和34年）に取水口を牟呂松原頭首工とする合口が計画され、愛知県営牟呂・松原用水改良事業として事業化されました。その後愛知用水公団事業に事業承継されました。

2) 豊川用水構想から完成まで

豊川用水構想は、大正10年に、近藤寿市郎氏（後に県会議員、国会議員、豊橋市長を歴任）によって提唱されました。昭和24年9月になって農水省の直轄事業として「豊川用水事業」が着手されました。農業用水・水道用水・工業用水を供給する事業で、水源開発から末端圃場までの給水施設を一貫して施工した総合開発事業です。

昭和26年12月には、この地域の開発の必要性から国土総合開発法に基づく「天竜東三河特定地域」に指定され、昭和33年3月には水道用水・工業用水の開発の追加や湖西地域も含めた総合的な計画への変更などがありました。昭和36年には愛知用水公団が事業承継し、昭和43年3月に完成しました。

豊川用水構想から完成まで

- 大正10年 近藤寿市郎氏 夢の用水構想
- 昭和24年9月 農林省の直轄事業として着手
- 昭和26年12月 国土総合開発法に基づく「天竜東三河特定地域」に指定
- 昭和33年3月 上水・工水の供給及び静岡県湖西地域の参加による計画拡大
- 昭和36年9月 愛知用水公団が事業承継（豊川用水事業）
 - ・ 事業内容 水源～水路施設の新設
 - ・ 工期 S24～42年度
 - ・ 総事業費 480億円
- 昭和43年3月 豊川用水完成



3) 豊川用水完成から現在まで

豊川用水の完成後、昭和47年4月から農水省の直轄調査が行なわれ、昭和55年10月に農水省と愛知県企業庁の共同事業として「豊川総合用水事業」が着手されます。農業・水道用水の水需要の増大に対処するために大島ダム等の水源施設の補強を目的とした事業です。平成11年6月に水資源開発公団が事業継承し、平成13年度に完了しています。

平成2年には、豊川用水施設の老朽化が著しく、緊急的に機能回復が必要な施設を改築する「豊川用水施設緊急改築事業」に着手し、平成10年度に完了しました。

平成11年度からは、老朽化の進んだ水路施設の改築や洪水導入の迅速化のための改築事業である「豊川用水二期事業」に着手し、平成27年度完工予定で実施しています。

3. 豊川用水の水の流れについて

1) 豊川用水の水の流れ

豊川用水は、豊川と天竜川の水を利用しています。

天竜川水系の大入頭首工から取水し、その水を含めて振草頭首工から取水し、宇連ダムに導水します。

そして、天竜川からの直接の導水としては、佐久間ダムからの導水があります。ただし、制限があり、夏場に宇連ダムがほぼ空になった時のみ導水が可能となっています。

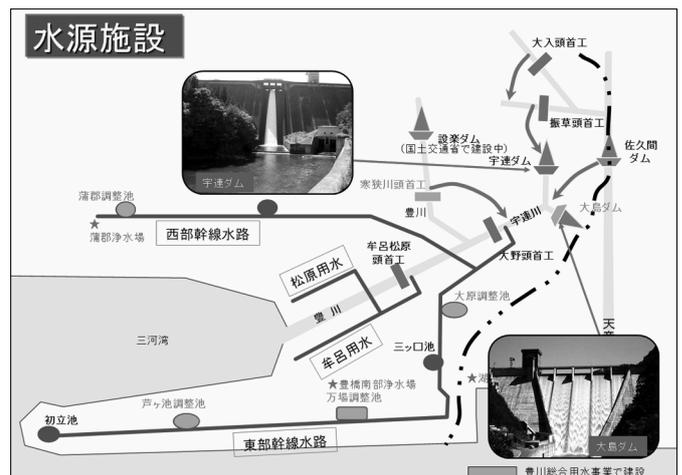
さらに、豊川本川の寒狭川から宇連川に導水し、これらを併せて大野頭首工から取水し、東部幹線は渥美半島の先端まで、西部幹線は蒲郡まで通水しています。もう一つの用水系統が、牟呂松原頭首工から取水する松原用水、牟呂用水です。

2) 豊川用水における水開発・水利用の特徴

豊川用水における水開発・水利用の特徴としては、以下の四点です。①河川自流、ダム貯留水、域外導水、洪水導入により用水を総合的に活用し、水需要に対応している点、②豊川水系の他に天竜川水系から流域変更により域外導水し、水開発を実施している点、③河川流量が多い時に流水を7つの地区内調整池へ導水・貯水し、水を有効利用する洪水導入を行っている点、④水源施設から末端施設までを一元管理している点。中でも、流域変更による域外導水や洪水導入が特徴となっています。

3) 水源施設

水源施設としては、豊川支流の宇連川に宇連ダム（有効貯水量 2,842 万 m^3 ）と大島川に大島ダム（有効貯水量 1,130 万 m^3 ）があります。この2つのダムが1年間に開発する水の量は、宇連ダム 8,400 万 m^3 、大島ダム 1,130 万 m^3 の合計 9,530 万 m^3 です。豊川用水では、年間3億 8,100 万 m^3 の水需要がありますが、その1/4を2つのダムより補給しています。



4) 流域変更による水開発

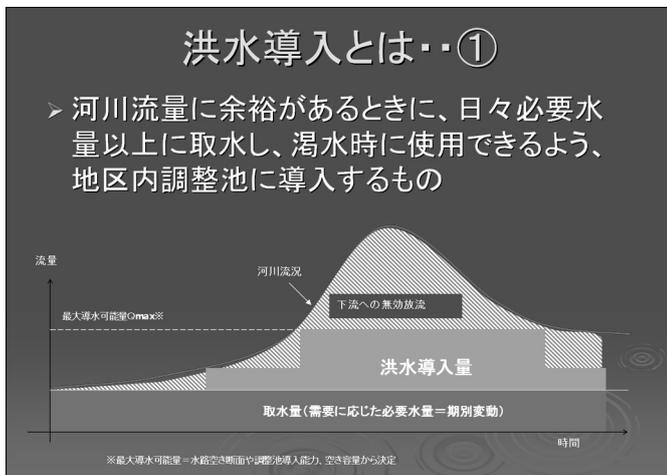
天竜川水系からは、天竜川本川の佐久間ダム、天竜川水系の大入川（大入頭首工）、大千瀬川（振草頭首工）から豊川に流域変更を行っています。また、豊川本川に新設した寒狭川頭首工から宇連川の宇連頭首工の上流に導水し、新たな水

開発を行っています。

寒狭川導水は、他水系からの流域変更ではありませんが、これらの4つの施設で1年間に開発する水の量は、1億2,000万m³となり、豊川用水の計画年間取水量3億8,100万m³の約3割を担っています。

5) 洪水導入による水開発

洪水導入とは、雨が降った時など河川流量に余裕がある時に日々の必要量以上に取水し、渇水時に使用できるように地区内導入することです。大野頭首工地点で、当日の取水量以上の河川流量がある時に30m³/秒を限度として取水が可能となっています。取水した水は、幹線水路を通じて地区内の7つの調整池に導水・貯留して必要な時に幹線水路に戻し、水需要に対応します。よって、導水路や幹線水路は、洪水導入できるように大きめに作ってあります。



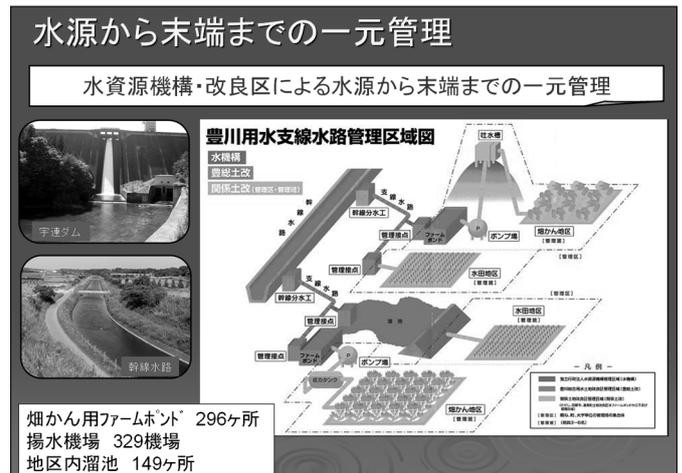
6) 洪水導入のしくみ(寒狭川導水施設の役割)

豊川用水は、昭和43年に完成しましたが、受益地への補給は主として宇連ダムによる利水放流に頼っていました。また、洪水導入により水路の途中にある調整池へ貯留していました。その後、昭和50年代に、増大する水需要に対応するための豊川総合用水事業に着手し、大島ダム、寒狭川導水施設、調整池の増設など平成13年度までに行われました。このうち、寒狭川導水施設によって、豊川本川である寒狭川の自流の一部を、川筋を越えて宇連川にある大野頭首工への導水が可能となり、その間は上流ダム水源が温存できるようになりました。また、降雨時の洪水導入の場合も寒狭川導水施設により寒狭川自流の余裕量の一部を導水し、下流調整池に導入し貯留できるようになり、それに伴い洪水導入の実績も増えてきました。

7) 水源から末端までの一元管理

豊川用水事業により、末端の圃場までの畑かん施設の整備も同時に行ったため、農業は一変し温暖な気候と都市近郊という地理的条件にも恵まれ、畑作・施設園芸を中心とした営農が盛んになりました。豊川用水の通水によって、豊川用水

地域は大きく変貌し飛躍的に発展しました。



8) 水源の内訳

約3億8000万m³の水の供給を行う豊川用水の水源の内訳を大きく見ると豊川の自流が43%、豊川用水事業の施設での開発が38%、豊川総合用水事業の施設での開発が19%を占めています。さらに内訳を見ると宇連ダムは全体の22%、洪水導入による開発は約15%を占めており、様々な方法で水開発をしているのが豊川用水の大きな特徴です。



9) 節水の状況

豊川用水では、管理開始後毎年のように節水をしてきましたが、豊川総合用水の運用が開始された以降では、節水は大きく緩和されました。

4. 豊川用水の役割について

1) 豊川用水による水供給

豊川用水は、農業用水として約18,000ha(水田:6,590ha、畑:11,540ha)に供給されています。豊川用水地域の農業産出額は1,591億円(平成18年度)となっており、日本有数の畑作地帯です。昭和43年の農業産出額に比べ、平成18年度は約4.2倍になっています。

水道用水は、東三河地域5市の約76万人(平成18年度)

に供給されており、豊川用水は、そのうちの約7割を供給しています。

工業用水としては、約80事業所に供給されています。豊川水系における製造品出荷額は約6兆円（平成18年度）となっており、昭和43年の製造品出荷額に比べ、平成18年度は約17.2倍になっています。豊川用水は、この地域における大変重要な役割を担っています。

2) 水利用計画と実績

計画では、約3.8億 m^3 （農業用水：2億 m^3 、水道用水：1.1億 m^3 、工業：0.8億 m^3 ）の水供給を想定しています。実際の利用は、用途別に見ると農業用水はほぼ計画通りで、水道用水は計画の約6割、工業用水は、年間取水量ベースで計画の1/4となっています。



5. 豊川用水二期事業について

1) 豊川用水二期事業の概要

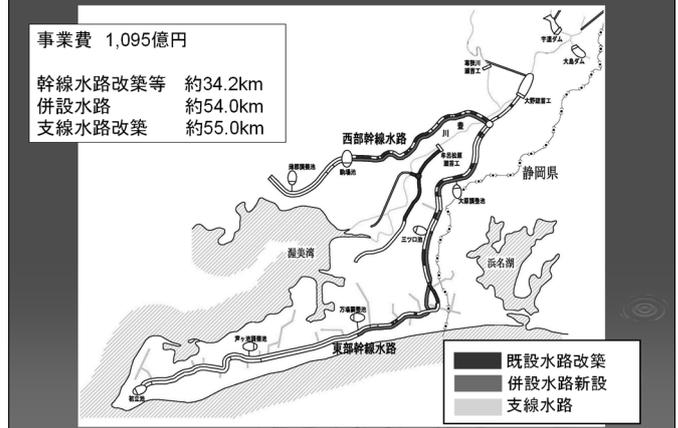
豊川用水二期事業（事業工期：平成11年度～27年度）の目的は、水路施設の更新・大規模地震対策です。事業費は1,825億円、工事の概要は水路改築（平成23年度まで）、大規模地震対策、石綿管除去対策です。本事業の実施は、豊川用水の水源補強を行った豊川総合用水事業と一体となって洪水導入をより効果的に行う幹線水路の整備、水路施設の老朽化に伴う漏水や破損への対応、高まる大規模地震発生の危険性への対応などが目的となります。

2) 水路改築について

①水路改築の概要（平成11年度～23年度）

本事業費1,825億円の内、水路改築相当分は1,095億円と大きな部分を占めています。水路改築の主な目的は、既設の幹線水路の老朽化対策と併設水路を活用した合理的な水運用です。既設の幹線水路（開水路）は、通水開始以来40余年経過し老朽化が進んでおり改築しています。また、併設水路は地下に埋め込んだ大きなパイプの水路（パイプライン）となっており、このパイプライン化により調整池などへ水の到達時間が短縮し、洪水導入の効率化につながるため併設水路の新設を行っています。

水路改築（平成11年度～平成23年度）



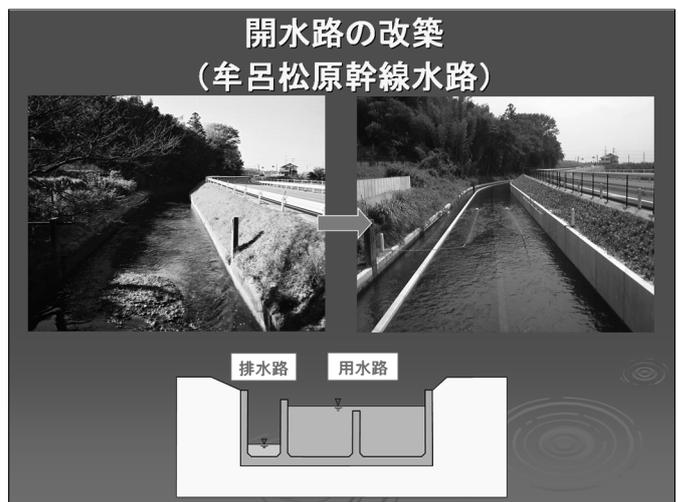
②豊川用水施設の老朽化などの事例

老朽化した開水路の状況としては、ライニング水路のクラック（ひび割れ）、水路底の浮き上がりなどがあります。年間通水をしており空にしての保守点検が難しく、土砂の堆砂や水草の繁茂により通水能力が低下している箇所もあります。また、水路に隣接して住宅が建築されている箇所、水路が鉄道・道路を横断するサイホンなど水路に事故が発生した場合、二次災害の危険性がある所などがありました。

③開水路の改築

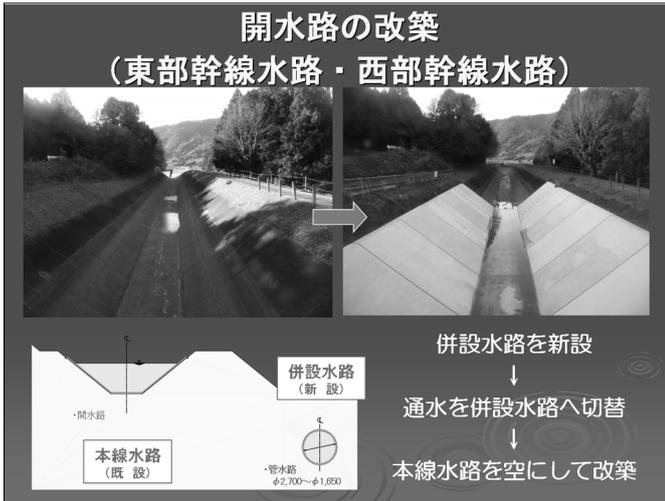
③-1牟呂松原幹線水路

牟呂松原用水路は、用水・排水兼用の水路で水質に問題があった上に水道用水を通水しており、空にしての保守点検が難しい水路でした。改築工事により用水機能と排水機能を分離し、用水路も二連にすることにより、通水しながら保守点検ができるようになりました。



③-2東部・西部幹線水路

既設の本線水路の脇の地下に併設水路（パイプライン）を新設して、冬場の通水量が少ない時期に通水を併設水路に切り替えて、本線水路を空にして老朽化が進んでいる箇所については改築を進めています。



④ サイホントンネルの改築

サイホンで老朽化が進行している場合は、内側に鋼管を挿入するなど耐震性の向上を図るよう改築しています。トンネルで老朽化した部分については、内側に炭素繊維とポリマーセメントという付着性が強くてはがれないコンクリートで補強しています。

3) 大規模地震対策について

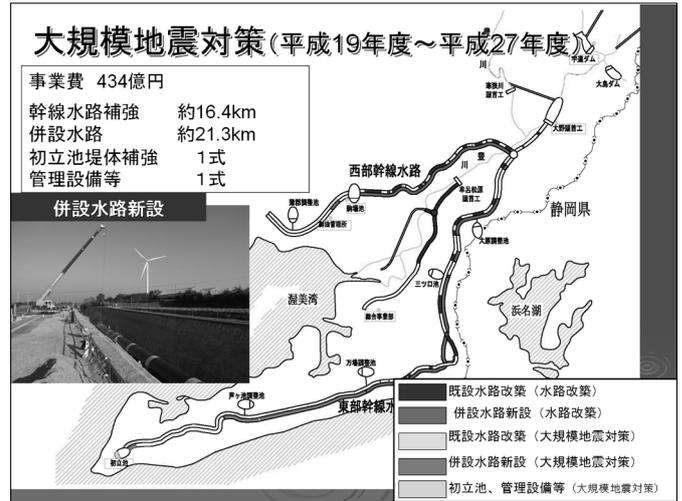
① 大規模地震対策の切迫性

平成 18 年に東海地震の発生確率が 87% (30 年以内) に上方修正されるなど、近い将来に大規模地震が発生する危険性が高まっています。こうした状況を踏まえ、豊川用水二期事業を進める中で豊川用水施設の耐震照査を行った結果、耐震性能が不十分な施設などが判明しました。地震による二次災害が懸念される場所としては、高所の開水路に係る高盛土直下にある民家や民家・通学路の下にあるサイホンなどがありました。

② 大規模地震対策(平成 19 年度～平成 27 年度)

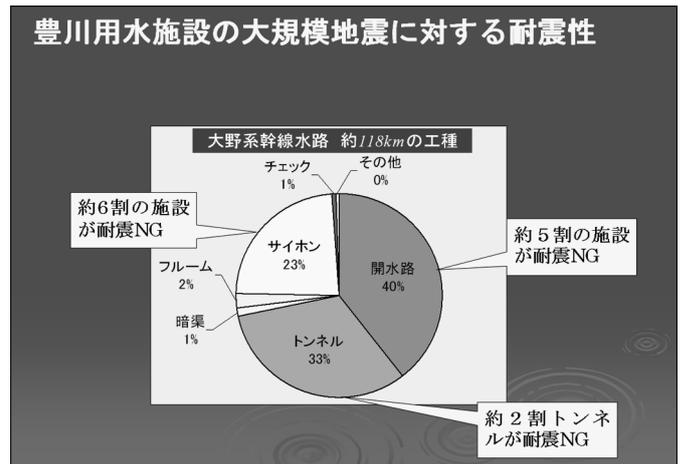
豊川用水では施設が地震により被災した場合又は二次災害の危険度が高い施設及び応急復旧が長期化する施設について、地震による被害を未然に防止するため、平成 19 年度から新規制度である大規模地震対策型を適用し耐震対策工事を実施しています。

併設水路の新設や耐震性が懸念される既設幹線水路の補強、重要なインフラ(国道や鉄道)の下にあるサイホンの補強などを行っています。また、東部幹線の末端にある初立池では、大きな地震により上流側・下流側の堤体そのものがすべり崩壊する危険性や地盤が液状化し堤体全体の安全性に課題があることが判明しました。



③ 豊川用水施設の大規模地震に対する耐震性

豊川用水の内、大野系幹線水路(大野導水路、東・西部幹線水路)における施設で、東海・東南海地震のような大きな地震動に対する耐震照査を行ったところ開水路の約5割、トンネルの約2割、サイホンの約6割が耐震性が不足している状況でした。



④ 水路システムとしての地震防災対策

④-1 通水機能の確保

(1) 緊急時の水源確保

幹線水路が被災した場合でも、区内の7つの調整池からの供給を主体とした水源運用により、通水の影響範囲を軽減することが可能となります。また、関係土地改良区とも連携し地形や立地条件等を勘案しながら貯留可能なファームpond等を利活用していきます。

(2) 緊急時の通水機能の確保

a) 併設水路を主体とした通水機能の確保

豊川用水二期事業完了後には、部分的ではあるが調整池等を結ぶ併設水路が整備され、路線の二重化が図られることから、併設水路と区内調整池を活用した



比較的耐震性の高い通水機能が確保されます。これにより、震災時においても必要最小限の通水が可能となります。

b) 牟呂松原幹線水路と東部幹線水路の連携

牟呂松原幹線水路は、豊川用水二期事業により用水路を二連に改築したことから、地震時でも通水機能が確保できます。また、牟呂松原幹線水路と東部幹線水路は森岡導水路にて連絡されており、緊急時には牟呂松原幹線水路から東部幹線水路への通水が機能的に可能です。ただし、他の水系から水を通水する場合には、水利権の面から事前の協議が必要となります。

④-2 二次災害の防止

(1) 予知型地震への対応

東海地震等に関する警戒宣言が発令された場合の措置としては、東海地震に関する調査情報がされた段階では連絡体制の確保、情報収集をし、注意態勢として人員の確保を図ります。

東海地震注意情報が発表された段階で防災本部を設置し、非常態勢として全職員を招集します。初動対応の確立として、通水状況と各関係利水者の需要量の確認、防災資材の確保をします。また、発災後の緊急時対応について協定を結んでおります建設業者との連絡を確保します。

東海地震警戒宣言が発令された段階では、二次災害等を最小限に止めるため、通水量の減量措置をします。水道用水は確保しますが、他の用水は極力ゼロに抑制し最低限の通水を確保します。警戒宣言が発令されて3日を経過した場合は、関係利水者と通水再開にむけて協議していきます。

(2) 通常時に地震が発生した場合の対応

震度4以上5強以下の地震の場合は、各施設の臨時点検を3時間以内と24時間以内の2回に分けて実施します。施設に被害が発生した場合は、対象施設からの取水及び通水を停止し、補修していきます。

大規模地震(震度6弱以上)の場合は、被害の有無に係わらず取水及び通水を停止し、施設の臨時点検をします。関係機関・利水者等へ報告をした上で安全が確認されたら通水を再開します。



⑤ 備蓄資機材基地の整備(水資源機構全体の取り組み)

水資源機構全体の取り組みとして、備蓄資機材の確保があります。東日本大震災では、利根導水総合事業所に備蓄していた資機材を被災した千葉用水、霞ヶ浦用水に供給し早期復旧に役立ちました。現在、ここ中部管内においても備蓄資機材の配備態勢の整備に向けて準備を進めています。

6. 質疑応答

質疑①：牟呂松原幹線水路と東部幹線水路を結んだ森岡導水路における水の流れは、牟呂松原幹線水路から東部幹線水路への一方通行なのでしょうか。

回答①：森岡導水路は、牟呂松原幹線水路からポンプアップして東部幹線水路に送るので、東部幹線水路から牟呂松原幹線水路に送る能力はあります。

質疑②：豊川用水において小水力発電が可能な場所がありますか。また、実際に導入を検討していますか。

回答②：大島ダムは水量は少ないのですが、発電能力はあるので検討をしています。

質疑③：初立池の補強工事は、どのような補強をするのですか。

回答③：現在、設計中ですので結論ではないですが、上流側、下流側ともに現在の堤体に押し盛土を行い補強していく方法を検討しています。来年度中には工事に入れるように設計を急いでいるのが現状です。

質疑④：森岡導水路によって緊急時には牟呂松原幹線水路から東部幹線水路への通水について、物理的には可能ですが、実際に通水するには水利権の面から協議する必要があるとのことでしたが、地震防災対策としては、事前に具体的な対応を決めておくべきではないでしょうか。

回答④：水資源開発機構は、水の管理をしており、用途ごとに定まった水の取り方、水のルートを通して水を配っております。機構が自由にできる水はありません。ユーザーの方々や河川管理をする立場の方、計画を立案する立場の方などいろいろな立場の方々の議論により事前に準備できることがあり得るのではないかと考えております。機構としては、施設に関する資料などを提供することは可能なのでそのような議論ができればと思います。