

5. 東日本大震災が東京湾に与えた影響

1. 東京湾への5つの影響

平成23年3月に起こった東日本大震災と福島原子力発電所の大規模災害は、その人的被害の多さと被害範囲の広がり、それに被害の時間的な継続、長期化により、極めて深刻な事態を招来しており、それだけにこれまでの日本の経済・社会のあり方、それに国土・地域政策に大きな課題をつきつけている。

本稿では、当研究所が40年間継続して取り組んできた東京湾に焦点を絞って、東日本大震災の影響と今後の課題を探ることとする。

東北地方太平洋沿岸に比べ、東京湾への影響とその被害は、人的な被害が軽微であったこともあり、大きく取り上げられることはなかったが、今後の東京湾を考える上で、大事な要素を多く含んでいる。

ここでは、以下の5つの影響を取り上げ、今後の東京湾のあり方を考える手がかりとしたい。

- ①東京湾臨海部の液状化
- ②コンビナート災害
- ③東京湾への津波の襲来
- ④東京湾の放射能汚染
- ⑤東京湾のエネルギー基地化

2. 東京湾臨海部の液状化

(1)液状化被害の状況

「東北地方太平洋沖地震においては、震源から遠く離れた東京近郊を含む広い範囲にわたって液状化が発生した。東北地方でも液状化が発生しているが、津波により痕跡確認が困難である等の状況を踏まえ、国土交通省関東地方整備局他により関東地方を対象に調査、検討が行われている。その結果、今回の地震では関東地方の極めて広い範囲で液状化現象が発生し、特に、東京湾臨海部、利根川下流域で集中して発生していたことが明らかとなった。」¹⁾

この内、東京湾臨海部で液状化現象が確認された面積は少なくとも約42平方kmと世界最大だったことが地盤工学会の現地調査で明らかになった。²⁾

特に、千葉県北部埋立地（浦安市～千葉市）の住宅地での被災・被害が顕著であった。

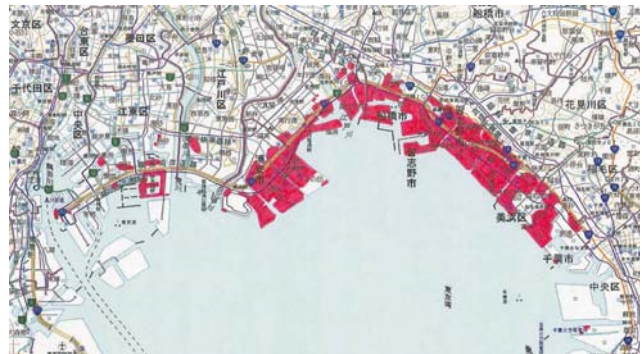
東京都内の臨海部では、江東区区内13カ所で

阿部和彦（財）日本開発構想研究所常務理事）

液状化が確認されたと報告されている。新木場と辰巳、夢の島、豊洲5丁目等で、江戸川区では西葛西の埋立地（清新町1丁目）等である。

神奈川県臨海部では、液状化被害は比較的軽微で、川崎市東扇島地区や金沢海の公園付近で一部液状化が見られたとの報告がなされている。

東京湾岸における液状化発生エリア



（現地調査と空中写真判読から推定した範囲）

注：3月12日～23日に実施した安田教授らによる現地調査結果に、(株)八州により3月20日に撮影された航空写真の情報を加え、液状化が発生したと推定される地区をおおまかに図示したもの。ただし、この範囲にも地盤改良を施したりして液状化していない区域も含まれる。

資料：安田進「関東の液状化被害」（地盤工学会 東北地方太平洋沖地震災害調査報告会資料（2011.4.11））をもとに国土交通省国土計画局作成

資料：「平成23年版首都圏整備に関する年次報告（首都圏白書）」³⁾

浦安市等では、地表付近に作られた上水・下水、ガス、電気などライフライン施設に影響が出た。また、浅い基礎の戸建住宅や道路の被害が多い。特に、微細な砂の噴砂が水とともに移動して、排水溝や下水管をつまらせ、生活に支障が生じた。

但し、同一地域内でも、液状化対策が施されていたところでは、その被害が軽微であった。

これらは、東京湾臨海部における住宅地整備のあり方に大きな波紋を投げかけている。

(2)埋立ての時期・工法と液状化被害

①千葉県北部埋立地の埋立地造成の時期

液状化被害が顕著に見られた千葉県北部埋立

地（浦安市から千葉市美浜区に至る埋立地）は、面積 54.5 平方km、その 8 割の 43.6 平方kmは、昭和 40 年～54 年の 15 年間に竣工している。

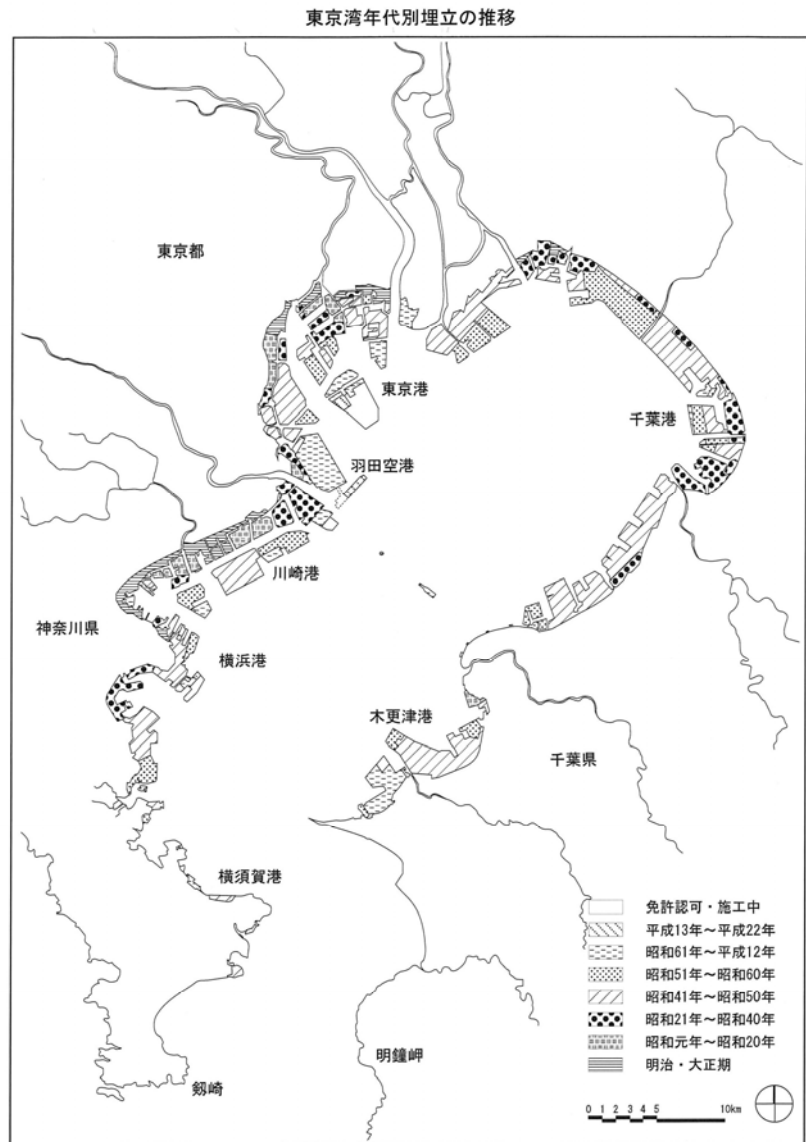
なお、東京湾臨海部は、明治以降、約 255 平方kmの埋立てが行われているので、千葉県北部埋立地はその 21%を占める。昭和 40 年～54 年の 15 年間に限れば、その 32%である。（東京湾臨海部全域の埋立地約 255 平方kmの 54%、約 136 平方kmがこの時期に埋立てられている。）

この千葉県北部埋立地は、ほぼ全部、昭和 48 年の公有水面埋立法の改正前に埋立免許を取得して、埋立地造成を行っている。この昭和 48 年の法改正は、東京湾の環境の保全が主たる目的のひとつであったため、埋立ての目的や埋立ての工法についての規制がかなり厳しくなっている。そのため、法改正以降に行われた東京湾の埋立地においては、住宅地を主たる目的とした埋立ては難しくなった。

昭和 48 年の公有水面埋立法の改正では、法第 2 条第 2 項三の関係で、「埋立てを必要とする理由及び埋立ての規模の算出根拠を確認すること」が関係通達（港管第 1581 号、建設省河政発第 58 号、昭和 49.6.14）で示されており、埋立地における住宅地形成の必要性が厳しく問われることとなった。（公有水面埋立実務便覧〔改定版〕⁴⁾を参考に記述。）

また、法第 2 条第 2 項四の関係で、「埋立てに関する工事の施工方法」には、少なくとも、埋立工法、埋立てに用いる土砂等の種類及び埋立てに関する工事の施工順序が記載されているものであること」が関係通達（港管第 1581 号、建設省河政発第 58 号、昭和 49.6.14）で示されており、「埋立てに関する工事の施工方法」についても、法による規制が強化されている。

法改正以降で住宅地を有する東京湾の埋立地は、横浜市のみなどみらい 21 地区、横須賀市の海辺ニュータウン地区⁵⁾の二ヶ所のみである。この両地区では、今回の大震災に係る深刻な液状化被害は確認されていない。



資料：（財）日本開発構想研究所

②埋立地造成の工法

東京湾は比較的水深の浅い内湾であり、これまでは主として陸地に隣接した遠浅の海浜を使って埋立地造成が行われてきている。

千葉県北部埋立地は、千葉県が千葉市、市原市等の工業地帯造成に続いて行った埋立地造成であり、陸地に隣接した遠浅の海浜を使って埋立てられている。

こうした埋立地の造成は、埋立地に近い海底を掘り、その土砂を水とともにポンプで吸い上げて埋立用の土砂として活用する工法（サンドポンプ工法）が主として採用されてきた。

液状化との関係で言えば、こうした、サンドポンプ工法によって、海底に堆積（たいせき）した細粒砂を使うことになると、液状化しやすくなるとの指摘がなされている。

今回、液状化被害が大きかった浦安 I 期地区の

造成工事について、「千葉県企業庁事業のあゆみ」においては、以下のように記述している。⁶⁾

「この地区は、江戸川河口に隣接した遠浅の海面に計画されたことから仮木柵護岸を用い、ポンプ式浚渫船で埋立工事を行った。

しかし、この地区は東京湾の湾奥にあるため、高潮と波浪に対し、十分な高さや強度の埋立護岸が要求された。また、付近は軟弱なデルタ地帯であるため、通常の護岸に相当する副堤と後方の本堤との間に水平部を設けた複断面形式を採用し実施した。

なお、造成地についても全般的に軟弱な地盤であることから、施設整備について特殊工法など(ファゴットシート工法、ステップロード工法)を採用し完成させた。」

埋立地造成を行った当事者は、この埋立地の地盤の脆弱性について、十分な認識を有していたことが伺える。

なお、今回液状化被害の大きかった千葉県北部埋立地においては、1987年の千葉県東方沖の地震において液状化した埋立地が、今度の大地震で再液状化したところが見られた。具体的には、浦安市海楽、美浜、入船と千葉市美浜区高浜、新港で再液状化が確認されている。⁷⁾

また、平成元年に環境庁が出した「東京湾・その保全と創造に向けて」⁸⁾においても、臨海部の土地利用に当たっての配慮として、液状化の危険性が指摘されている。

「臨海部の埋立地は、形成年代が新しく、おもに海面下や谷底での堆積物からできた沖積層を埋め立てたものである。このため、地震時に地盤が液状化し、建築物などに対し大きな被害を生じるおそれがある。臨海部の土地利用に当たっては、地震災害に対しリスクが大きい点に十分配慮し、地盤調査、地盤改良及び基礎工法などに万全を期す必要がある。」

こうした液状化の危険性についての指摘が、生かされたのかどうかについては、十分に検証してみる必要がある。

③液状化の原因について

東日本大震災千葉県調査検討専門委員会においては、平成24年4月に、「東日本大震災を受けての提言」⁹⁾を行っているが、この中で、液状化の原因等について以下のようにまとめている。

- ・千葉県の東京湾岸、利根川右岸の埋立地で大規模な液状化被害が発生した原因は、①震度5強を

越える本震に併せ、約30分後に最大余震が発生し、強い揺れが長時間継続したこと②埋立地内の地盤が液状化しやすい地質状況であったと考えられることを県民に伝えること。

- ・埋立地の地質状況は、埋立年代や工法とは関係なく複雑であり、粘土・シルト層が卓越する地域では液状化しにくいことは明らかになったが、複雑な地質に加え地下水位、粒度配合、地震動等のデータ量が必ずしも十分ではなく、液状化地域と隣接する非液状化地域との違いを明瞭に説明するまでには至らなかったことを県民に伝えること。

また、再液状化についても、以下のようにまとめている。

- ・液状化した地盤は、必ずしも液状化前の地盤に比べ地盤強度が上がったわけではなく、調査結果では地震の前後の地盤強度は変わっていないことを県民に伝えること。
- ・千葉県東方沖地震での液状化地域が今回の地震でも液状化したことや、ニュージーランドでは本震で液状化した地域が余震で再液状化するなど、液状化した地域では強い揺れにより再液状化の可能性があることを県民に周知すること。

(3)液状化に対する今後の対応

①液状化予想図の公表、液状化対策工法の提示

この東日本大震災千葉県調査検討専門委員会の検討を経て、千葉県は、平成24年4月に、震度毎に液状化のしやすさを表した「液状化しやすさマップ、揺れやすさマップ」を公表している。また、同時に「液状化対策工法について、液状化対策工法メニュー」を提示している。

専門委員会では、液状化対策工法について以下のようにまとめている。

- ・液状化は、強い揺れと高い地下水位、緩い砂地盤の三条件が合致した地域で発生する。液状化対策工法としては、このうち揺れは抑制できないので、地下水位の低下や地盤の改良などによる対策工法を、地盤状況、経済性等を考慮して選定すること。
- ・既存のサンドコンパクション工法や注入固化工法などにより液状化対策を実施した地盤では、殆ど液状化はみられなかったことから、既存の液状化対策工法は有効であったことを県民に伝えること。
- ・既設住宅の敷地での液状化対策工法は、現在、

国土交通省で地下水位低下や地盤の不飽和化等の技術開発を行っている段階にあり、国や大学等の研究機関が進める対策工法の研究結果や施工例を県民に積極的に広報すること。

- ・液状化対策の推進ため、県民が足下の地盤に関心を持つよう努力すること。

また、東京都防災会議地震部会の検討を経て、東京都においても、平成24年4月に、「首都直下地震等による東京の被害想定」¹⁰を公表し、その中で液状化予想図を公表している。

②臨海部における住宅地のあり方

液状化への対応として、液状化予想図の公表や液状化対策工法の提示ということから始まって、道路・宅地の一体的な液状化対策工法等による液状化対策事業の推進ということになるものと考えられる。

しかし、全国の被害家屋2万7千棟のうち、3分の1の8,700棟が集中した浦安市において、被害家屋の大部分が戸建て住宅であったことは、臨海部における住宅地のあり方を基本的に考えさせられる事態であると思われる。

今回の大震災で、中高層の住宅においては、地震の揺れによる家具調度の散乱等は生じたものの、住宅そのものの損壊はほとんど見られなかった。ただ、これらの集合住宅に取り付けられた配管類の破断やライフラインの復旧の遅れによって、中高層住宅に居住する住民にかなりの被災状況が生じていた。

今後の臨海部における住宅地のあり方としては、中高層住宅地周辺のインフラ被害の軽減を図りながら、支持杭基礎構造の中高層住宅化を進めるということになるのではないと思われる。

また、一部のマンション供給業者で始められているエネルギー・水等の供給処理自立型中高層住宅化を進めることも重要であると思われる。

こうしたことと関連して、電気・ガス、上下水道網などインフラのあり方についての検討も進められている。

平成24年3月に日経新聞が連載した「大震災どう乗り越える」のシリーズ²¹¹で、東京ガスが、「30日以内 全面復旧めざす」という表題で、「2020年までに管内の低圧管（全長約46,000km）のうち9割を耐震化する。現在、管内を140地区に分けて、管理しているが、これを細分化する。」と報じていたが、こうした取組が広がることに期待したいところである。

3. コンビナート災害

東日本大震災が東京湾臨海部におけるコンビナートに与えた影響としては、千葉県市原市のコスモ石油千葉精油所における火災・爆発事故と川崎市、市原市等の事業所の石油タンク等のスロッシング（液面揺動）による被害が確認されている。

前者は地震の強震による被害であるし、後者は地震の長周期波動による被害である。

このほか、深刻な事態には至らなかったが、液状化による防油堤の亀裂、護岸の崩落等も生じている。

また、コンビナート地帯における原因不明の操業上のトラブルも報じられている。

(1)高圧ガスタンクの火災・爆発事故について

平成23年7月に開催された経済産業省総合資源エネルギー調査会高圧ガス及び火薬類保安分科会高圧ガス部会において、コスモ石油千葉精油所における火災・爆発事故の概要が報告されている。¹²⁾

<コスモ石油千葉精油所における火災・爆発事故の概要>

発生日：平成23年3月11日（金）

事故の経過：3月11日

14:46 東北地方太平洋沖地震により水が入ったタンクの筋交いが破断。

15:15 直後の余震により、当該タンクの支柱が座屈し、倒壊。倒壊時に隣接のLPガス配管を破損し、LPガスが大量漏えい。

15:47 出火。

17:04 隣接タンクが、火災により内圧に耐えられなくなり、爆発。（17:50にかけて5回爆発が発生）

3月18日 千葉県、高圧ガス保安法に基づく施設の使用停止命令。

3月21日 火災鎮火

事故概要：東北地方太平洋沖地震（震度5弱、114gal）と直後の余震（震度4、99gal）により、液化石油ガス（LPガス）出荷設備の球形タンク1基が倒壊。隣接のLPガス配管を破損しLPガスが漏えい。火災・爆発が発生。

事故原因：倒壊したタンクには、水（LPガスより重い）が入っていたため、地震の揺れに耐えられなかった。（タンクの中を空にして定期修理を行った後、LPガスを入れる前に空気を除去するために水を入れていた。）

①人的被害

事業所内：軽傷3名

隣接事業所：重傷1名、軽傷2名（丸善石油化学（株）千葉工場）

②物的被害

事業所内：LPガス出荷設備（球形タンク17基）が全焼・全損。

隣接事業所：延焼、飛散物落下（最大：約10m四方 3cm厚のタンク殻）。

近隣住宅地：民家等118軒のガラス等破損。飛散物落下。

近隣住民約千人（五井地区）に一時避難勧告（8時間）。

また、この火災・爆発事故に関連し、「使えなかった避難所」という報道が流れた。¹³⁾

午後5時過ぎ、2度目の爆発。避難所の一つで、精油所から南に約2km離れた若葉小では爆風で校舎3階の窓ガラスが割れた。市は約3km離れた別の小学校へ2次避難を指示した。

東京湾臨海部のコンビナートにおける災害としては最大級の事故で、人口の密集した市街地に隣接したコンビナートのあり方を考えさせられる事態である。

(2)スロッシング（液面揺動）による被害

消防庁消防大学校消防研究センターの「東北地方太平洋沖地震での石油タンク被害に係る調査結果について」においては、東京湾岸のコンビナート被害の特徴として、やや長周期地震動（周期1秒から20秒程度の地震動）によってもたらされるスロッシング（液面揺動）による浮き屋根沈没、デッキの割れなど地震動による被害が多く発生していることが報告されている。

消防研究技術資料第82号「平成23年東北地方太平洋沖地震の被害及び消防活動に関する調査報告書（第1報）」¹⁴⁾においては、川崎市のスロッシング（液面揺動）による被害が報告されている。

<川崎市のスロッシング（液面揺動）による被害概要>

川崎市で調査した3事業所においては、スロッシングによる被害が生じていた。特に、浮き屋根アウターリム下部付近の溶接線近傍での破断により、油が大量に浮き屋根上に流失し、地震の3日後に浮き屋根が沈没するという重大な被害が発生している。このほかにも、ポンツーン4室が破損した浮き屋根式タンク、ポンツーンとデッキとの溶接線が20cmにわたり破断した鋼製の内部浮き蓋も認められた。

また、平成23年10月に公表された「千葉県石油コンビナート防災アセスメント検討部会耐震対策分科会検討結果報告書」¹⁵⁾には、東北地方太平洋沖地震及びその余震に起因する原因別異常現象発生状況がまとめられており、その中で、長周期地震動に起因する異常現象として、京葉臨海中部地区等でのスロッシングの発生による被害が報告されている。

長周期地震動に対する関心が高まったのは、2003年の十勝沖地震（マグニチュード8.0）の時に、震源から250km離れた北海道苫小牧市の石油コンビナートで火災が発生した時からと思われる。石油タンクの「固有周期」は5～10秒であり、地震の波が固有周期と一致すると、共振して揺れが大きくなるといわれている。

(3)コンビナート地帯へのその他の影響

地震による強振動や液状化により、配管の折れ、容器の荷崩れ、配管接続部分の変形、床面の沈下等が生じ、コンビナート地帯に様々な影響をもたらした。

平成23年6月22日の日本経済新聞では、「東京湾岸のエチレン設備 原因不明の停止相次ぐ」との報道がなされた。¹⁶⁾

丸善石油化学の千葉工場（千葉縣市原市）では、6月19日夜に原因不明のガス漏れが発生し、20日に緊急停止。JX日鉱日石エネルギーの川崎事業所（川崎市）では、5月下旬から設備の一部の運転が安定せず生産効率が低下しているため、27日から緊急点検に入る。エクソンモービル傘下の東燃化学の川崎工場（川崎市）では、目視では確認できない配管の損傷の可能性があり、9日から停止中。

いずれも大震災による地震動が影響している可能性が大きく、石油コンビナートの臨海部立地の危険性を感じさせる事態である。

(4)東京湾臨海部における石油・高圧ガスの貯蔵タンクの集積

東京湾臨海部には、石油精製、石油化学コンビナートが集中しており、石油を大量に貯蔵し、高圧ガスを大量に処理している。東京湾臨海部には、1万㎡を越す区域が、石油コンビナート等災害防止法（昭和50年法律第84号）に基づく石油コンビナート等特別防災区域に定められており、そこで3,461万klの石油が貯蔵され、4,246百万Nm³の高圧ガスが処理されている。

そのため、石油屋外貯蔵タンクが5,566基、高

圧ガス貯蔵タンクが702基ある。

こうしたタンク類、プラント類が地震の影響を受けたわけで、この事態にどう対応するかが問われている。

人口の密集した東京圏に隣接した東京湾臨海部に、こうした危険物施設が集中しているわけで、

その点を充分認識した上での対応が必要である。

但し、日本全国の大部分の石油コンビナート等特別防災区域は、臨海部の低地に存在しており、東京湾臨海部に限った問題とは言えず、戦後日本の国土形成の宿命的とも言える問題として捉え直す必要がある。

石油コンビナート等特別防災区域の現況

道府県	特別防災区域	区域面積 (万㎡)	第1種事業所		第2種事業所	石油の貯蔵・取扱量(万kl)	高圧ガスの処理量 百万Nm ³	石油屋外貯蔵タンク基数	高圧ガス貯蔵タンク基数
				うちレアウト					
千葉県	京葉臨海北部	286	6	0	1	28	6	230	5
	京葉臨海中部	4,519	30	23	32	2,009	2,393	2,888	378
	京葉臨海南部	1,251	2	2	1	10	19	62	14
	千葉県計	6,056	38	25	34	2,047	2,418	3,180	397
神奈川県	京浜臨海	3,500	37	20	39	925	1,210	2,082	281
	根岸臨海	630	3	2	5	452	618	290	21
	久里浜	71	1	0	0	37	0	14	3
	神奈川県計	4,201	41	22	44	1,414	1,828	2,386	305
東京湾計		10,257	79	47	78	3,461	4,246	5,566	702

注：Nm³（ノルマル立方メートル）とは、温度零度、ゲージ圧0メガパスカルの状態に換算した容量をいう。

資料：千葉県、神奈川県石油コンビナート等特別防災計画から日本開発構想研究所作成

(5)今後の課題

①東日本大震災を踏まえた高圧ガス施設等の地震・津波対策

平成24年4月、経済産業省原子力・安全保安院は、総合資源エネルギー調査会高圧ガス及び火薬類保安分科会高圧ガス部会の検討を経て、「東日本大震災を踏まえた高圧ガス施設等の地震・津波対策について」¹⁷⁾を公表した。¹⁸⁾

この中の東日本大震災を踏まえた地震対策のところで、以下のような提案を行っている。

2. 報告書のポイント

(1)東日本大震災を踏まえた地震対策について

コスモ石油(株)千葉製油所の火災・爆発を含め球形貯槽のブレース（脚部の筋交い）の破断3件を除き、耐震設計基準の見直し等、新たな義務づけを必要とする事故、損傷は無かった（コスモ石油(株)千葉製油所の事故については、同社に対する措置及び事業者全体に対する義務づけを含めた措置が既に別途講じられている。）。一方、耐震設計基準等への適合が義務づけられていない設備（以下「既存設備」という。）において耐震設計基準等に適合していない割合が最大9割程度（配管系の場合）あることが判明した。

これらを踏まえ、以下の対応を行う。

- ①球形貯槽のブレースについて、耐震設計基準等の見直し、補強の方法の検討。

- ②既存設備の耐震設計基準等への適合状況について、事業者は、確認及び有価証券報告書等による公表。自治体及び国は、フォローアップ。
- ③事業者は、液状化のリスク調査と対策の実施。
- ④地震調査研究推進本部等の検討を踏まえ、耐震設計基準等における地域係数等の見直しを検討。等

②東京湾臨海部における石油コンビナート等のあり方

石油コンビナート等特別防災区域における地震・津波対策については、国だけでなく、千葉県や神奈川県、それに、業界や当該事業者においても検討が進められている。これらの検討・提案は、着実に実施されていく必要がある。首都直下型地震が迫っている今日、コンビナート地帯の安全性の向上は焦眉の課題である。

今回の大震災が我々に突きつけた課題は、こうした対応もさることながら、東京湾臨海部における石油コンビナート等の存在そのものを問うているという面もある。

東京湾の臨海工業地帯が、首都圏の大需要と層の厚い工業・技術集積を背景に、海外との輸出入には極めて効率的な工業地帯を形成し、わが国の

高度経済成長を牽引してきたことは、まがうべくもない事実である。

この歴史的役割を前提に、グローバル化し、成熟した首都圏において、今後、東京湾の臨海工業地帯に求められている役割は何かと云うことであろう。

石油精製業、石油化学工業の国際競争力に陰りが見られる今日、これまでの蓄積を有効に活用しつつ、新しい時代のニーズに応えていくにはどのような道があるのかを検討していく必要がある。

4. 東京湾への津波の襲来

(1)東京湾での津波観測に関する情報

東京湾での津波は、平成 23 年 3 月に、日本気象協会が発表した「平成 23 年 (2011 年) 東北地方太平洋沖地震津波の概要 (速報)」によれば、「もっとも奥の東京港でも 1.3mあり、東京湾のような閉鎖性内湾であっても奥まで津波が進入することがわかる。湾口に近い横浜・横須賀では 1.6mと湾内では高い方である。」とされている。

平成 23 年 10 月に公表された「千葉県石油コンビナート防災アセスメント検討部会耐震対策分科会検討結果報告書」²⁰⁾の中に、東京湾内湾の検潮所における津波情報 (津波観測に関する情報) が転載されていた。

表4 津波観測に関する情報 (東京湾内湾) <観測時刻はいずれも3月11日>

検潮所名	第1波		最大波		備考
	観測時刻	観測値 (m)	観測時刻	観測値 (m)	
東京晴海	16:37	0.8	19:15	1.3	
横須賀	15:52	0.9	17:16	1.6	
千葉	16:38	0.7	18:18	0.9	
横浜	16:09	0.8	17:37	1.6	

表5 県内 (東京湾) の潮位観測地点の津波高 <観測時刻はいずれも3月11日>

観測場所	第1波		最大波		備考
	観測時刻	観測値 (m)	観測時刻	観測値 (m)	
木更津港 (吾妻排水機場)	—	—	17:46	2.83	潮位観測 (県)
千葉港 (中央港)	17:10	1.27	18:20	1.87	潮位観測 (県)
船橋 (葛南港湾)	17:20	1.2	18:20	2.40	潮位観測 (県)

これによると、東京晴海の最大波で 1.3m、横須賀、横浜では 1.6mであった。また、千葉県の潮位観測では、木更津港で 2.83m、千葉中央港で 1.87m、船橋葛南港で 2.40mであった。

津波災害の特徴でもある河川の遡上については、荒川では、河口から 21km 地点の岩淵水門 (隅田川との分岐地点) で 1.2m の水位変動を記録、江戸川 (放水路) では河口から行徳橋まで 3.3km、荒川では河口から 28km 地点までの遡上が確認されている。また、千葉市の花見川においては、一部の護岸の崩落、市街地への浸水があった模様。

(2)「津波による被害想定」の見直し

従来東京湾においては、湾口が狭いため、津波のエネルギーが入りにくく、湾奥には高い津波はこないとされていた。国の中央防災会議においても、南海トラフでの巨大地震 (東海・東南海・南海地震) が発生した場合、最大 1.5m 程度の津波が東京湾内湾に襲来すると想定していた。今回は、それを上回る潮位が観測されており、「静穏な内湾」についての再評価を迫られている。

こうした事態を受け、平成 24 年 4 月に、東京都と千葉県が相次いで、「津波による被害想定」を発表している。

東京都は、「首都直下型地震等による東京の被害想定報告書」²¹⁾ (東京都防災会議) の中で、津波被害を想定している。これによると、元禄型関東地震 (満潮時、水門閉鎖の場合。地盤沈下を含む。) で、最大津波高が品川区臨海部 2.61m、江東区臨海部 2.55m、港区臨海部 2.47m になると想定されていた。

千葉県は、「津波浸水予測図 (平成 23 年度)」²²⁾ の中で、津波高を想定している。湾口に 10m の津波が押し寄せた場合、木更津市で 3.0m、千葉市中央区で 2.9m、君津市で 2.6m、浦安市で 2.5m、船橋市、習志野市で 2.3m と想定し、浦安市と船橋市の市街地で浸水被害が発生する可能性を指摘している。

(3)今後の課題

津波を想定しなくても、高潮対策に不安の残る地域が存在していたが、改めて今回の想定見直しにより、高潮と津波への対応が求められている。

今回の地震の液状化の影響で、護岸等が崩れたところも見られる。また、河川の奥深くまで津波が遡上している。これらを含め、大規模地震に対する総合的な対応が求められる。

平成 23 年 3 月の日本経済新聞「大震災 どう乗り越える」のシリーズ 4 で、「津波対策 水門を一括管理」の記事²³⁾が掲載された。東京港では、船の通航のために運河の 19 ヶ所に水門を設けているが、開いたままでは津波が遡上して陸地に流れ込む恐れがある。「迅速かつ確実な水門の閉鎖が重要」となる。そこで江東区内に「高潮対策センター」を設け、ここで一括して水門の開閉を管理するというものである。バックアップセンターの設置やセンターと水門との間をつなぐ光ケーブルの二重化も合わせて実施するということである。

高く、堅牢な防潮堤の整備に留まらず、こうした対応も重要であると思われる。

5. 東京湾の放射能汚染

(1)東京湾湾奥部における放射能汚染

東京湾湾奥部における放射能汚染については、平成24年4月に、日本経済新聞が「東京湾のセシウム監視」²⁴⁾の記事を掲載して、広く注目されるようになった。環境省などが3月末に発表した関東地方各都県の河川や湖沼の調査結果を元に、セシウムの賦存状況を報告している。これによると、河川や湖沼の水からは放射性セシウムは見つからなかったが、川や湖の底の土壌や泥（底質）からは、54すべての調査地点で放射性セシウムを検出した。54地点中で最も濃度が高かったのは千葉県柏市の上沼橋（大津川）で、セシウム134が底質1kg当たり3,900ベクレル、セシウム137が5,100ベクレルあった。合算すると埋立処理が出来る基準（1kg当たり8,000ベクレル）を越える数値であった。

この記事には、政府とは別に、江戸川の底質を調べた山崎秀夫近畿大学教授らの調査結果も紹介されている。この調査は平成23年12月に実施されているが、これによると下流ほど高い濃度が見られた。また、東京湾の荒川河口付近では、旧江戸川河口沖が668.9ベクレル、葛西臨海公園沖が646.5ベクレル、若洲海浜公園沖が511.4ベクレルなどとなっている。

陸上に降ったセシウムが河川を通じて東京湾に流れ込むという図式であるが、水中のセシウム濃度があまり高くないので、魚のエラを通じて取り込まれる危険性は薄く、魚のエサとなる底生生物などを介して食物連鎖で取り込まれる経路が心配されている。

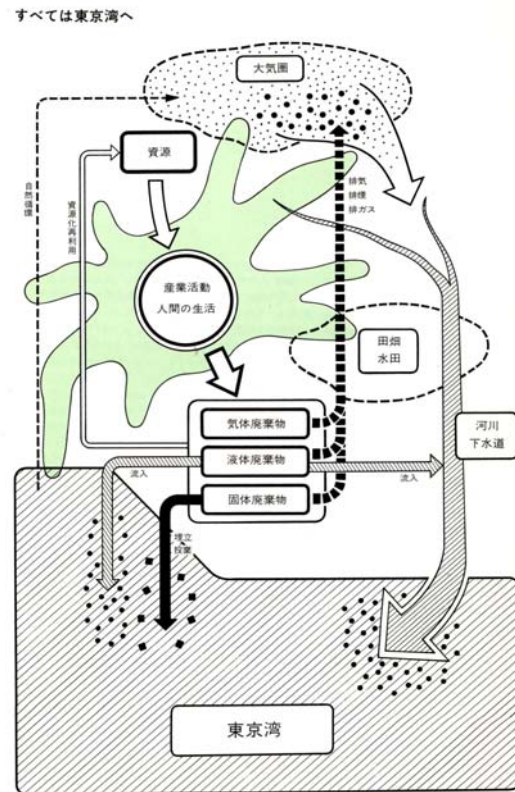
平成24年5月26日のNHKニュース²⁵⁾では、京都大学防災研究所のグループが、福島第一原発の事故で関東に降った放射性物質などの調査データを使い、東京湾に流れ込んで海底にたまる放射性セシウムを、事故の10年後まで予測するシミュレーションを行ったことが報道された。その結果、放射性セシウムの濃度は再来年の3月に最も高くなり、荒川の河口付近では、局地的に泥1kg当たり4,000ベクレルに達すると推定されるということであった。そして、比較的濃度が高くなるとみられる東京湾の北部では、平均すると海底の泥1kg当たり300ベクレルから500ベクレル程度と計算されたということである。再来年の4月以降は、周囲の河川から流れ込む放射性物質が減る一方で、拡散が進むため、濃度は徐々に下がるとしている。シミュレーションを行った山敷庸亮准教授は「雨の量などによっては放射性物質が東京湾に流れ込

む速度が早まる可能性がある。海底への蓄積量を継続的に調べるとともに、魚介類に影響が出ないか監視すべきだ」と話していた。

(2)すべては東京湾に

東京湾には大小40の河川が直接流入しており、その流域面積は約75万haであるが、利根川上流からの水の約半分が江戸川に流れ込むことから、それを含めて考えると約120万haになると考えられる。これら河川からの流入量は、年間約100億 m^3 に達する。²⁶⁾（東京湾の面積が約12万ha、平均水深が24mなので、水量は約300億 m^3 弱、単純に計算すれば、3年で全量入れ替わることになる。）

河川を通じてすべては東京湾に流れ込むことになるので、貝類や魚類に焦点をあてつつ、継続的なモニターを行っていく必要がある。



資料：東京湾岸地域蘇生一調和への選択—昭和47年7月
(財)日本開発構想研究所²⁷⁾

6. 東京湾のエネルギー基地化

(1)東京湾臨海部の発電所

東京湾は、石油・天然ガス等の非原発のエネルギー基地として重要な役割を果たしている。今後、原発への依存を否応なく減らさざるを得ないとすると、当面東京湾は非常に大事な地域になると考

えられる。

東京電力の平成 22 年度末の発電設備（認可出力）は、6,498.8 万キロワットである。

この内、原子力が 1,730.8 万キロワット、26.6%を占める。現在、原子力が全部止まっているので、水力、火力、新エネ等で、4,768.0 万キロワットということになる。

この内、東京湾臨海部は、2,944.5 万キロワット、61.8%を占めている。

火力だけで言うと、東京電力の認可出力は、3,869.6 万キロワットであるので、東京湾臨海部のウェイトは 76.1%になる。

東日本大震災以降、緊急設置として横須賀、川崎、大井、千葉に、合計 166.9 万キロワットのガスタービン施設を増設しているため、東京湾のウェイトは更に高まっている。

この他、東京湾臨海部には、卸電気事業者、卸供給事業者、新エネルギーによる発電所があり、合計 598.5 万キロワットの発電能力を有している。

東京湾臨海部の発電所（最大出力）

地域	発電所名	事業者名	発電方式	（単位）：1,000kw		
				発電所全体 24*3	うち東電 通常火力 24*3	発電所全体 将来増分
<横須賀> 横須賀市	横須賀火力 横須賀火力G/T2 横須賀緊急設置 横須賀パワーステーション 横須賀計	東京電力 東京電力 東京電力 東京ガスYIP	原油重油専焼 都市ガス混焼 ガスタービン 都市ガス混焼	2,130 144 330 200 2,804	2,130 144 330 200 2,274	0
<横浜> 横浜市	横浜火力 南横浜火力 磯子石炭火力 横浜 横浜精油所ガス化複合 扇島パワーステーション 横浜計	東京電力 東京電力 電源開発 新日本石油精製 新日本石油精製 扇島パワー	LNG混焼 LNG専焼 石炭専焼 軽油専焼 残渣油等混焼 コハインドサイクル発電	3,325 1,150 1,200 49 342 814 6,880	3,325 1,150 1,200 49 342 814 4,475	407 407
<川崎> 川崎市	東扇島火力 川崎火力 川崎緊急設置 川崎2号系列 川崎天然ガス 昭和電工川崎工場 水江 東日本旅客鉄道 浮島太陽光 扇島太陽光 その他 川崎計	東京電力 東京電力 東京電力 東京電力 川崎天然ガス発電 昭和電工 ジェネックス JNR東日本 東京電力+川崎市 東京電力	LNG専焼 LNG専焼 ガスタービン コハインドサイクル発電 残渣油等混焼 その他ガス コハインドサイクル発電 太陽光 太陽光	2,000 1,500 128 848 124 274 655 7 13 77 5,626	2,000 1,500 128 848 124 274 655 7 13 77 3,500	1,920 363 2,283
<東京> 品川区	品川 大井 大井緊急設置 東京天然ガス発電所 東京計	東京電力 東京電力 東京電力 東京都	都市ガス専焼 原油専焼 ガスタービン コハインドサイクル発電	1,140 1,050 209 2,399	1,140 1,050 209 2,190	1,000 1,000
<千葉> 千葉市	千葉火力 千葉緊急設置 川鉄千葉CPS 千葉計	東京電力 東京電力 JFEスチール	LNG専焼 ガスタービン 都市ガス専焼	2,880 1,002 382 4,264	2,880 1,002 382 2,880	
<市原> 市原市	五井火力(LNG) 五井1号系列 姉ヶ崎火力 袖ヶ浦火力 袖ヶ浦グリーンパワー 袖ヶ浦グリーンパワー 市原計	東京電力 東京電力 東京電力 東京電力 日本テクノ	LNG専焼 LNG、石油 LNG専焼 ガスエンジン	1,886 3,600 3,600 3,600 9,086	1,886 3,600 3,600 3,600 9,086	2,130 110 2,130
<木更津> 君津市	君津 君津 富津市 富津火力 富津4号系列 木更津計	君津共同 君津共同 東京電力 東京電力	重油等混焼 LNG混焼 LNG専焼 LNG専焼	700 300 3,520 1,520 6,040	700 300 3,520 1,520 5,040	0
<東京湾> 東京湾計	原子力を除く			37,099	29,445	5,820
東京電力総計						47,680
東京湾のシェア						0.618
東京電力火力計			緊急設置分	1,669		38,696
東京湾のシェア						0.761

資料：電源開発の概要2010、TEPCO（東京電力）ホームページ等より日本開発構想研究所作成

(2)東京湾臨海部における新しいエネルギー基地化の動き

東日本大震災以前から、京浜臨海部等では、臨海部の空地を活用して、新しいエネルギー基地化の動きがあったが、その動きが加速された。

太陽光発電所については、東京電力が川崎市と共同して計画を推進してきており、平成 23 年 8 月に浮島太陽光発電所、同 12 月には扇島太陽光発電所の運転を開始した。前者は発電出力 7,000 キロワット、後者は 13,000 キロワットであり、通常の火力発電所に較べるとまだ規模は小さい。

また、「東ガス、40 万キロワット発電増強 2015 年に運転開始予定」の記事(平成 24 年 4 月 27 日、日本経済新聞)が掲載された。東ガスが 75%、昭和シェル石油が 25%出資する扇島パワー（横浜市）に発電機を増設。扇島パワーの発電能力を約 80 万キロワットから約 120 万キロワットに拡大するもので、電気はエネットを通じて販売の予定である。

東京都は、東日本大震災を受け、急遽天然ガス発電所のプロジェクトを推進することとした。100

万キロワット規模の発電所（ガスタービンコンバインドサイクル発電）を東京臨海部の都有地に整備するもので、事業形態として第三セクターや PFI（民間資金を活用した社会資本整備）方式を検討している。既に東京ガスに協力を要請、事業化に向け検討に入った。都が地盤改良など土地を基盤整備し、無償または割安な料金で事業主体に貸し出す。総建設費は 1,200~1,600 億円。電気の供給先としては都営地下鉄や都立病院など都の施設へ供給する案が有力。都施設の総電力消費量は 80 万キロワット強、同時に産業向けの販売も検討する。²⁸⁾

千葉県では、「日本テクノ 東京湾岸にガス発電所」の記事(平成 23 年 9 月 28 日、日本経済新聞)が掲載された。千葉県の東京湾岸（袖ヶ浦市）に約 100 億円を投じて、天然ガス発電所を建設するので、出力は 11 万キロワット強である。²⁹⁾

このように、東京湾臨海部全域でエネルギー基地化の動きが生じており、その勢いはますます加速するものと思われる。

7. 東日本大震災が東京湾に残した課題

(1)災害リスクを考慮した安全で安心できる国土利用

国土交通省国土政策局では、国土審議会政策部会に防災国土づくり委員会を設けて検討し、平成23年7月に提言をまとめた。³⁰⁾

この「第3章 災害に強いしなやかな国土の形成に向けた考え方」、「4. 災害リスクを考慮した安全で安心できる国土利用」の項で、津波の被害を受けやすい臨海部低地に人口や諸機能が集中しているという現状を踏まえ、災害リスクの低い国土利用へ粘り強く誘導することを提案している。

東京湾臨海部は、まさに今回の津波浸水区域と同様な条件の地域である。

そもそも、太平洋ベルト地帯の中核を形成する東京、大阪、名古屋といった大都市は、大河川の下流域、海や港に面した平野部に形成されている。そして、主として第2次世界大戦後、この都市の臨海部を埋立てて、工業・港湾地帯等を形成し、大都市圏を形成してきた。

こうした、戦後日本の高度経済成長を牽引してきた工業・港湾地帯及び大都市地域が、大地震に際しての津波浸水の危険性のある地域として「災害リスクの高い国土」とされてしまったわけである。営々として築いてきた人間の営為が、自然の猛威の前で、一瞬にして吹き飛ばされてしまうということであろうか。

但し、最近の津波による被害想定では、東京湾口に10mの津波が押し寄せた場合でも、湾内では最大津波高3.0m(木更津市)ということのようなので、災害リスクは多少軽減されるようではある。

それでも、臨海部については液状化の危険性等もあり、自然を大胆に改変して埋立地を造成し、そこに無防備に工場や住宅を立地させてきたことについての真摯な反省を踏まえ、より安全な地域にしていく努力の弛みない積み重ねが必要であるように思われる。

(2)東京湾に残された課題

①コンビナート地帯の徹底した安全性の向上と高度化

我が国の石油精製、石油化学工業は、世界的な大きな構造変化の中で、競争力を失ってきている。

そうした中で、大震災による強振動、スロッシング(液面揺動)、液状化等により、タンクの支柱の座屈・倒壊、浮き屋根式タンクの破損、配管の折れ等が生じ、大きな火災・爆発事故にもつなが

っている。

東京湾の石油化学コンビナート地帯の徹底した安全性の向上が求められる一方で、この石油化学コンビナート自体を変容させていくことを考えていく必要がある。

ひとつのヒントは電力・エネルギー基地化である。川崎市の旧三菱石油扇町工場の跡地の一部が、川崎天然ガス発電所(最大出力8.5万kw)、川崎バイオマス発電所(最大出力3.3万kw)に変わったことなどが、その代表例とも言える。

また、「京浜臨海部ライフイノベーション国際戦略総合特区」の申請に見られるような動きであるとか、京浜臨海部コンビナート高度化等検討会議による石油コンビナート地帯の高度化を図る「京浜スマートコンビナートの構築に向けて」の動きなどが注目される。

東京湾臨海部に蓄積されてきた素材産業の技術集積を有効に生かしつつ、新しい経済社会のニーズに対応した、安全なコンビナート地帯の再編を図ると言うことであろう。

②戸建て住宅の立地規制と既存住宅地の活性化

今回の大震災により、臨海部埋立地における戸建て住宅地の課題が浮かび上がった。東京湾臨海部においては、もうほとんど新規に住宅地を形成する余地はなくなっているが、今回の経験を踏まえ、戸建て住宅地の臨海部における立地を規制していくことが必要であるように思われる。

他方、臨海部に立地した中高層住宅については、建物周りが液状化して、被災したところが見られた。その中で、大震災以前からその兆しが見られたてはいたが、立地条件がよくなく、老朽化した住宅地の衰退が懸念されている。

人口減少が進み、高齢社会になる、経済社会や大都市の成熟化が進む、経済社会のグローバル化が一層進むといった環境の変化を、臨海部の住宅地がどのように受け止めるかということである。

これもひとつのヒントとしては、「世界の人々が共に働き、共に暮らす国際都市」の受け皿のひとつとして、これらの中高層住宅を活用し、活性化を図ることが考えられる。

③東京湾における自然・環境との共生

自然・環境との共生は、大震災が残した最も大きいとも言える課題である。自然の有している恐ろしさをこんなにも身近に感じさせられたことにより、環境との共生の意味を考え直させられた。

これまでも、「快適に水遊びができ、多くの生

物が生息する、親しみやすく美しい『海』を取り戻し、首都圏にふさわしい『東京湾』を創出することを目標とした東京湾再生推進会議の活動³¹⁾が続けられてきているが、その延長上だけでは収まりきれない事態に遭遇したとも言える。

東京湾の放射能汚染は、これまでの水質汚濁とは異質の事態であるし、地震・津波対策は高潮対策の一環としてだけでは捉えきれないものを有している。

首都直下型地震や地球温暖化による海面の上昇をも視野に入れつつ、自然・環境と共生した、そして、安心して諸活動が営むことが出来る東京湾を形成していくことが求められている。

脚注

- 1) 「平成 23 年 (2011 年) 東北地方太平洋沖地震の現地調査報告書」平成 24 年 2 月 東京消防庁
- 2) 「液化化 広大な爪痕」平成 23 年 4 月 28 日 朝日新聞
- 3) 「平成 23 年版首都圏整備に関する年次報告」平成 23 年 6 月 国土交通省
- 4) 公有水面埋立実務便覧 (改訂版) 昭和 52 年 8 月 運輸省港湾局埋立研究会編
- 5) 横須賀市の海辺ニュータウン地区は、昭和 59 年 8 月に、港湾用地・都市再開発用地等の形成を目的とした安浦地区埋立事業 (約 61ha) として埋立免許を取得し、平成 4 年に土地利用の変更を行い、約 8ha の住宅用地を設けた。
- 6) 「千葉県企業庁事業のあゆみ」昭和 62 年 3 月 千葉県企業庁
- 7) 「首都圏における液化化被害状況」山田雅一 日本大学理工学部建築学科助教 日本大学理工学部理工学研究所研究ジャーナル (2011/08 発行) 所収
- 8) 「東京湾・その保全と創造に向けて」—東京湾地域の開発と環境保全に関する基本的方策について— (中間とりまとめ) 平成元年 6 月 環境庁企画調整局編
- 9) 「東日本大震災を受けての提言」平成 24 年 4 月 東日本大震災千葉県調査検討専門委員会
- 10) 「首都直下地震等による東京の被害想定」東京都防災会議地震部会
- 11) 「大震災どう乗り越える」-2- 東京ガス 平成 24 年 3 月 7 日 日本経済新聞
- 12) 「コスモ石油千葉精油所における火災・爆発事故について」平成 23 年 7 月 11 日 経済産業省総合資源エネルギー調査会高圧ガス及び火薬類保安分科会高圧ガス部会 資料
- 13) 「使えなかった避難所」平成 24 年 3 月 10 日 日本経済新聞夕刊
- 14) 「平成 23 年東北地方太平洋沖地震の被害及び消防活動に関する調査報告書 (第 1 報)」消防研究技術資料第 82

号

- 15) 「千葉県石油コンビナート防災アセスメント検討部会耐震対策分科会検討結果報告書」平成 23 年 10 月 千葉県
- 16) 「東京湾岸のエチレン設備 原因不明の停止相次ぐ」平成 23 年 6 月 22 日 日本経済新聞
- 17) 「東日本大震災を踏まえた高圧ガス施設等の地震・津波対策について」平成 24 年 4 月 総合資源エネルギー調査会高圧ガス及び火薬類保安分科会高圧ガス部会
- 18) 「東日本大震災を踏まえた高圧ガス施設等の地震・津波対策の報告書がまとまりました」平成 24 年 4 月 27 日 経済産業省ニュースリリース 総合原子力安全・保安院
- 19) 「平成 23 年 (2011 年) 東北地方太平洋沖地震津波の概要 (速報)」平成 23 年 3 月 29 日 一般財団法人日本気象協会
- 20) 「千葉県石油コンビナート防災アセスメント検討部会耐震対策分科会検討結果報告書」平成 23 年 10 月
- 21) 「首都直下型地震等による東京の被害想定報告書」平成 24 年 4 月 東京都防災会議
- 22) 「津波浸水予測図 (平成 23 年度)」平成 24 年 4 月 千葉県防災危機管理部防災計画課
- 23) 「津波対策 水門を一括管理」平成 24 年 3 月 9 日 日本経済新聞
- 24) 「東京湾のセシウム監視」平成 24 年 4 月 15 日 日本経済新聞
- 25) 「東京湾 再来年 4,000 ベクレルに」平成 24 年 5 月 26 日 NHK ニュース WEB
- 26) 「東京湾一人と水のふれあいをめざして」平成 5 年 9 月 国土庁大都市圏整備局編
東京湾地域の総合的な利用と保全のあり方に関する懇談会報告 (懇談会座長 井上孝東京大学名誉教授 調査委員会委員長 伊藤滋慶應義塾大学教授)
当研究所が委託調査機関として事務局を努めた。
- 27) 「東京湾岸地域蘇生—調和への選択—」昭和 47 年 7 月 (財)日本開発構想研究所
40 年前の当研究所設立時に、財団設立の目的を PR するために作成したレポート
- 28) 東京都環境局ホームページ その他の対策 都市エネルギー施策の推進
- 29) 「11 万 kw のガスエンジン発電所『日本テクノ袖ヶ浦グリーンパワー』設立」日本テクノ株式会社ホームページ ニュース一覧 平成 23 年 9 月 28 日
- 30) 「災害に強い国土づくりへの提言〜減災という発想にたった巨大災害への備え〜」平成 23 年 7 月 国土審議会政策部会防災国土づくり委員会
- 31) 「東京湾再生のための行動計画」平成 15 年 3 月 東京湾再生推進会議 (関係省庁及び 8 都県市)