

いまどきの石炭火力、 舞鶴発電所を訪ねて

風薫る五月、初夏の日差しはあたたかいが、風は北寄りです。少し冷たく感じる。京都府の日本海側、おだやかな海の深い青と小高い山の新緑の鮮やかな緑に囲まれた、風光明媚な場所に舞鶴発電所はあった。敷地の六割が緑地。建物の色は緑や茶色を基調としたもので周囲の豊かな自然と調和している。さらに、建設時に斜面を切り崩した土砂を他の土地に持ち出さないように配慮したということで、自然の地形に沿って五〇メートルの高低をつけて二段造成になっている。また、二〇〇メートルの高さから燃焼ガスを大気中に拡散させる煙突は、舞鶴の鶴をイメージしたという白色に先端の赤が印象的だ。

非日常的な設備群

舞鶴発電所（九〇万kW×二基）を寺田則仁所長に案内していただいた。構内にある設備一つひとつの非日常的な大きさに驚く。石炭サイロは直径六〇メートル、高さは八〇メートル。一基で一〇万トン

▶ 棧橋で石炭灰リサイクルのための船積み作業準備を行うみなさんと

▼ 構内のコンベアの動きを制御する揚運炭制御室

▼ 石炭受入、ボイラ建屋への搬入～発電後の石炭灰の船積みまで、構内には2900m×2条のコンベアが張り巡らされている。固形物を運ぶため密閉式にして低騒音化を図っている

▶ 海から見た舞鶴発電所。写真左に揚炭機を備えた沖出し棧橋、右の山陰に煙突が見える

◀ 5000t×2基あるバイオマスサイロ
▼ 棧橋に接岸していた石膏運搬船

関西電力唯一の石炭火力・舞鶴発電所。103万㎡の敷地の約60%62万㎡が緑地という緑豊かな発電所で、1号機は2004年8月、2号機は10年8月に運転開始。合計出力180万kW。燃料の石炭はオーストラリア、インドネシア、アメリカから直接発電所に運ばれるため、全長729mの棧橋があり、石炭船2隻、石炭灰運搬船1隻が同時に接岸できる。なお1号機2号機ともバイオマス混焼発電を実施、CO₂排出削減に努めている。

発電に伴い発生する石炭灰。フライアッシュは1日最大1700t、クリンカアッシュは同100t程度発生し、構内には石炭灰のサイロも建ち並ぶが、速やかに構外に運び出さないとサイロが満杯になって発電所は2週間以内に運転停止に追い込まれる。だから仕事は土日祝に関係なく、灰を運び出す船の入港に合わせて実施。「それでも発電所の安全・安定運転の継続に貢献することが使命だ」と関電パワーテックの福島所長(写真上・右)は言う。

▲ 石炭灰の運び出しは1日12回トラックでも行われる

▲ 石炭灰のトラックへの積み込みは防塵マスク着用で行う

▲ ボイラ建屋の屋上から構内を見下ろす

▲ 発電所構内を寺田所長に案内していただいた

▲ 1基で10万tの石炭を貯蔵できる巨大な石炭サイロ

もの石炭を貯蔵でき、それが五基も並んでいる。ただこれでもコンパクトな発電所として設計されていて、開発面積が必要最小限になるように抑えられているとのこと。また建物の中に入ると、たくさんさんの機器の運転音が大きいことに気づく。外部では騒音をほとんど感じないほど、防音性の高い状態を実現していた。

石炭を運び込む船を着ける棧橋は、国内最大級で全長七二九メートルあるそうだ。見学时、この日は石炭船の入港はないと聞いていたのだが、少し小ぶりの船が一隻停まっていた。実はこの船、発電所から出る石膏を運び出すのだという。

石炭灰は全量リサイクル

石炭を燃やすと消費燃料の一〇％程度の石炭灰が発生する。日々発生するこの石炭灰を速やかに回収し運び出さないと発電所の運転に支障を来すとのこと。

石炭灰の回収を担う関電パワーテック舞鶴事業所の福島義照所長にお話を伺った。舞鶴発電所から出る石炭灰は埋立処分をすることなく、セメント会社などに運び込まれて全てリサイクル処理されるという。

石炭灰はその形状によって、クリンカアッシュとフライアッシュに大別される。ボイラの底で回収されるクリンカアッシュは非常に軽くこつこつした塊状のもので、地盤改良材などに活用される。一方、電気集塵機で回収されるフライアッシュは非常に細かい粒子状で、コンク

リートの混和剤などに使われる。こちらはJIS規格品に加工して土木・建築工事用材料などとして販売されていて、震災以降は特に需要が増えているそうだ。また石炭灰のほか、石炭を燃やしたあとの排煙に含まれる硫黄分を除去する排煙脱硫装置からは石膏が発生するが、これは建築材料である石膏ボードなどに使われているという。

非常に環境に優しい設計といった印象の舞鶴発電所だが、こういったリサイクルという面でもさまざまな対策が行われているというのは新たな発見だった。

高効率しかもバイオマス混焼でCO₂削減

正直なところ、石炭火力発電というと、私はこれまであまりよくないイメージしか持っていなかった。石炭火力発電はCO₂が大量に排出され、時代に逆行しているという認識だった。

しかしこの舞鶴発電所では、最新鋭の設備をもって低炭素化に取り組んでいると、発電所の寺田所長は言う。

まず、細かな粉末にした石炭(微粉炭)を最も高いところでは約一五〇℃の高温で燃やし、約六〇℃の高温・高圧の蒸気をつくってタービンを回す「超々臨界圧」方式により、石炭火力としては国内最高レベルの発電効率を実現しているとのこと。効率良く発電できるから、その分CO₂の排出が少なくなるそうだ。

さらに植物資源などを加工してつくるバイオマス燃料



▶定検中の1号機。分解した機器や部品が整然と並んでいる

◀1mm単位で調整するというタービン翼

火力発電所は原則、ボイラは2年に1度、タービンは4年に1度、2～3カ月かけての法定点検が義務づけられているが、原子力が止まるなかフル稼働せざるを得ない現状では、災害規定の特例適用により、これを延期。舞鶴1号機は今回、2年3カ月ぶりに3月～7月初旬まで125日をかけて定検を行う。夏の需要期に間に合わせるため、ピーク時には1000人体制とし、昼夜2交替で作業を行うなど、メーカーや協力会社の方々と一体になって取り組んでいる。



▲石炭をすり潰す微粉炭ローラー



▲関電プラントの井野所長



▶24時間3交替で発電を見守り続ける中央制御室

▼給炭機内部の状況を確認



▲異音がないか確認、聴診棒による給炭機の点検



石炭を燃えやすい微粉炭にし、バイオマス燃料である木質ペレットも混ぜて、ボイラで燃やして600℃の高温・高圧の蒸気をつくり、タービンを回して発電する。これが発電の流れ。原子力が止まり綱渡りの電力供給が続くなか、万一のトラブルで止まることのないよう、運転中は毎日全設備の巡回点検を行い、異常兆候の早期発見と早期対応・復旧に取り組んでいるそうだ。



◀ボイラ内部を直接覗き込んで確認。灰を掻き出すことも



▲木質ペレット

の混焼を取り入れていると教えていただいた。バイオマス燃料である木質ペレットを石炭に平均3%混ぜることによってCO₂を年間約九二万トン排出削減しているという。

舞鶴発電所では、さまざまな面において環境負荷を最小限に抑える努力を行っていた。

定検短縮で夏に間に合わせる

震災後、原子力発電所が再稼働できない状況が続くなか、火力発電への依存度は以前より高くなっている。特に石炭火力は他の火力に比べて運転コストが安価で経済性に優れているため、80%以上の高い利用率でベース運用されている。

舞鶴発電所をはじめ関西電力の火力発電所は、供給力確保のため、夏や冬の需要期には長期間の運転停止が必要な点検を実施することは難しい。そこで災害規定の特例適用により、法定点検を延期し、電力の需要が比較的小さいこの時期に定期点検を行っているとのこと。

取材時、1号機は定期点検中だった。定期点検は夏季の停止を回避することが必須だ。プラントメーカーや協力会社と連携し、点検期間は当初の想定より一カ月間短縮した一二五日間にわたって行われているそうで、この日は約80人が作業にあたっていた。

「ご安全に」——チーム舞鶴の結束力

メンテナンスを担当している関電プラント舞鶴事業所の井野周助所長とともに、タービン建屋の内部を見学させていただいた。大小さまざまな部品がこまかく分解されて整然と並んでいる。巨大なタービンの羽根車は、このなかでも存在感を放っていた。私の身長を超えるような大きなタービンだが、600℃の熱さでの膨張も考慮した上で一ミリ単位で調整するのだそう。技術と技能ともに必要とされていることを実感した。

ところで現場を回っていると、みんなすれ違うときに「ご安全に!」と呼び掛け合う声が響いている。これだけ大勢の人が関わっている現場で一致団結にするために、井野所長は大変気を配っているのだと、「チーム舞鶴」の文字の入ったリボンを胸に語ってくれた。労働災害ゼロのスローガンを掲げつつ、お互い名前呼び合えるようにヘルメットにはひらがなでそれぞれの名前が書かれていたり、ホワイトボードに当日の業務担当者の名前と顔写真が貼られていたり、現場にはコミュニケーションが円滑になるための配慮がされていた。これだけ巨大な最新鋭の設備であっても、それを支えているのはみなさんのこのチームワークなのだ、とてもあたたかく心強く感じた。

ちなみに震災前と震災後で点検内容などは全く変わっていないそうだ。変わったのは、舞鶴発電所がベースの発電を担っているのだという意識の部分だと、発電所の寺田所長は話してくれた。



▲「ご安全に」の碑もある



◀電気集塵機など
環境対策設備が並ぶ



▲高さ200m、舞鶴の鶴をイメージし、
先端を赤く塗った煙突

排煙に含まれる光化学スモッグの原因となる窒素酸化物を無害な窒素と水に分解する「排煙脱硝装置」、排煙に含まれる酸性雨の原因となる硫黄酸化物を化学反応で除去し石膏として回収する「排煙脱硫装置」、電極に煤塵（フライアッシュ）を吸い寄せて回収する「電気集塵機」などが並び、これらの工程を経た排煙は、最終的に高さ200mの煙突（海拔57m地点に設置）から大気中に拡散されるという。



◀排煙脱硫装置

地元が望む「今までどおり」

一九八〇年に舞鶴発電所の計画が浮上した当初、地元の方たちの反対は相当なものだったのは想像に難くない。石炭といえば真っ黒な煤のイメージがあり、舞鶴市として地元の方々の環境に対する懸念を拭うには、「とにかく初めは丁寧な説明と真摯な対応を積み重ねて、信用してもらいしかなかった」と、当時舞鶴市職員で、現在舞鶴商工会議所の瀬川甫専務理事は述懐する。

石炭火力発電所のある広島県竹原や愛知県碧南などに、地元の方とともに視察に行って現地の声を聞き、不安を解消するとともに、発電所を誘致するなら環境を守る能力とモラルのある企業でないとダメだと考え、関西電力に対して、排出される硫黄酸化物や窒素酸化物等の濃度について国の基準をはるかに下回るよう求めた。

雇用に関しては、住民の不安要素の一つだった。発電所建設時に一時的な雇用はあっても、一過性で終わるのではないかという懸念があったそうだった。ただ実際は、運転開始後も日常のメンテナンスや、1号機2号機の定期点検が毎年交互にあり、多くの地元の方々が従事するなど、着実に経済効果をもたらしている。

発電所の建設で地元が大きく変わったこととしては、工事用道路として幹線から発電所までの全長八・二キロが整備されたことだ。新たに建設された橋（クレインブリッジ）と三本のトンネルが完成したことで、市街地か



蒸気を効率良く導くためにタービン翼を覆っていたフードも分解点検

▶PR館副館長・島田敬三さんに案内してもらった

▼館内には舞鶴発電所のジオラマも



◀舞鶴湾入口に停泊する船の形をしたPR館「エル・マールまいづる」



▲舞鶴発電所の開閉装置。つくられた電気はここから送り出される



▲舞鶴港には自衛艦も停泊



1980年舞鶴市議会が誘致要望を決議してから2004年の1号機の運開まで24年。80年当時は造船不況で、景気に左右されない産業として市は発電所誘致を考えたという。当初は迷惑施設と捉える一部の市民もいたが、関西電力は厳しい環境協定を守り、何かあればすぐ説明に足を運ぶなど、1つひとつ誠実に対応したそうで、「関電は環境パートナーだ」と、舞鶴商工会議所の瀬川専務理事(写真右)は言う。



◀2羽の鶴が羽を広げた姿をイメージした「舞鶴クレインブリッジ」。発電所建設時、工事資機材搬入路として建設



◀五老ヶ岳から見た舞鶴湾。奥に発電所が見える

らの所要時間が三分の一程度に短縮され、地域の振興・発展に大きく寄与しているという。

関西電力は地元の要望に誠実に応えてくれていると話す瀬川さんに、今後の舞鶴発電所に期待することを聞いてみた。「今のままを維持すること。この高水準の現状を保つのは難しいことだ」。その言葉に、これまでに築いてきた地元と発電所との信頼関係を見た気がした。

大型台風と石炭火力

ところで昨年は大きなトラブルが二度あったと寺田所長が教えてくれた。

一つは九月一六日、台風18号の襲来時。五〇年に一度の大雨になるおそれがあるということで、気象庁が初めて特別警報を京都府と滋賀県、福井県に発表したことも記憶に新しい。甚大な被害をもたらした台風だった。この大雨によって木々などが海に流され、蒸気冷却用の海水の取水口にまで流れ込んだのだ。一〇月一六日の台風26号でも同様だった。ちなみにこの台風は、伊豆大島で土砂災害により大きな被害を出した台風である。この二つの台風によって、発電所は数日間の運転停止を余儀なくされたのだという。

私は普段、気象予報士として毎日天気を伝えているのだが、以前は考えられなかったような激しい気象現象や過去の経験から予想できないような被害をもたらす台風が、近年多発しているのを実感している。このような気

候変動をもたらしている一因として地球温暖化の影響も考えられていて、その温暖化の原因は温室効果ガスである可能性が極めて高いと、IPCC第五次評価報告書でも記されている。主要な温室効果ガスであるCO₂を排出している石炭火力発電所も、この地球温暖化の影響を大きく受けたということか……。

バイオマス燃料の混焼を行ってCO₂の排出を抑えたとはいえ、やはり他の発電方法と比較すると排出量には差がある。ただ言うまでもなく、特に震災後はこの石炭火力発電によるエネルギーが私たちの現在の生活を大きく支えているわけで、だからこそ、ここ舞鶴発電所で行われているような低炭素社会の実現に向けた取り組みがとても重要になってくるのだと思う。

環境負荷を抑えた舞鶴発電所からエネルギーを使わせてもらっている私たちの生活も、少しでも環境に優しくありたいものだと省みつつ、予想困難なゲリラ雷雨を当てるべく天気図に向かっている。

躍

酒井千佳 さかい ちか
フリーキャスター・気象予報士
1985年兵庫県生まれ。京都大学工学部建築学科卒。北陸放送アナウンサー、テレビ大阪アナウンサーを経て、12年よりフリー。現在のレギュラー番組は、日本テレビ「Oha!4 NEWS LIVE」(月～金 4:00～5:50)お天気キャスター、読売テレビ「ミヤネ屋」(木 13:55～15:50)お天気キャスター、NHK Eテレ「趣味の園芸 やさいの時間」(第1・2日曜 8:00～8:25)司会など。環境省・気候変動キャンペーンの「IPCCリポートコミュニケーター」も務める。
<http://ameblo.jp/chika-yururi/>
<http://www.sankeipro.co.jp/ChikaSakai.html>