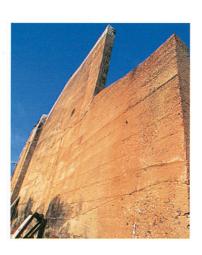
1996.4 クボタ・地球へ NUBOTA CORPORATE COMMUNICATION MAGAZINE





GLOBAL INDEX T

BASIC NECESSITIES



[災害と住居]

強い住まいづくりへ

自然の猛威から暮らしを守る

自然災害と住まい。世界各地の伝統的な住まいを注意深く見ればわかることだが、住まいづくりの文化とは、実のところ、自然災害への備えを第一義に置いて築かれてきたものである。ある地域の住まいの様式がどれほど粗略に見えても、必ずどこかにその地を頻繁に襲う自然災害への備えが驚くほど緻密に施されていたりする。自然のふるまいに関する自らの経験則にもとづいて、人間は住まいづくりを重ね、それを継承してきたのである。

だが時に、自然はそれまでの人間の経験則を超えてふるまう。その

時、その地の住まいづくりは新しい衣を纏うことになる。住まいづくりの文化はこのように衣替えしながら発展してきたのである。「何十年に1回」「何百年に1回」という自然災害が人間の暮らしを襲った時、その経験をどう教訓化するのか?「予想外の…」「想定外の…」という説明放棄に等しい言辞に終始するのでなく、未来に向かって「予想域」「想定域」をどれだけ押し広げることができるか?住まいづくりに関わるプロに問われるのは、まさにこの点だ。こと住まいづくりに関する伝統とは、衣替えしながら進化すべきものだ。



激震にも負けず、 雨にも風にも負けず…

地震・台風と屋根材「カラーベスト」

――これからの屋根材に求められる機能とは一

平成7年1月17日早朝、180万都市神戸の中心部を突如、マグニチュード7.2の激震が直撃した。オシャレで国際色あふれる美しい港町・神戸の街並みは、一瞬のうちに破壊され、二次災害で燃え上がった火災の炎は、一昼夜を過ぎても延々とくすぶり続けた。最終的に、倒壊家屋19万棟、焼失家屋7,000余棟。死者6,300名を越える甚大な犠牲を出したこの大惨事は、大都市直下型地震の恐ろしさをまざまざと見せつけるとともに、世界でも有数の地震国・日本に暮らす人々に、災害への日頃からの備えの大切さを再認識させたのであった。



古い木造建築家屋が全・半壊するなかで、新耐

大震災・無傷家屋の6割強がスレート系平板瓦

この阪神・淡路大震災による被害の特徴は、 まず家屋の倒壊の多さ、そして、それによる死者 の多さである。では、いったいどのような家屋が より大きな被害をこうむったのか。 地震に強い住 まいとはどのようなものであるのか。 クボタ住宅 建材技術部の栗本武雄さん、住宅機材企画部の礒 部光則さんに話を聞いた。

「住宅建材事業部では、震災発生の2日後に対策 本部を設置して現地に入り、5,500棟を越える被 害データを収集しました。それによると、全壊、 半壊した家屋のほとんどは木造建築です。もう少し細かく見ていくと、全壊、半壊家屋の屋根材は、ほとんどの場合が和瓦、外壁材は土壁あるいはモルタルであったことがわかります。和瓦をのせた屋根の重い家、ゆがみに対する抵抗力に乏しい土壁やモルタルでカバーされた家が、激しい揺れに耐えきれず、一気に崩れてしまったんですね。

一方、被害が少なかったのは、プレハブ住宅、 ツーバイフォー住宅、新耐震基準にのっとって建 てられた新しい木造住宅など。無傷で済んだ家の 屋根材を見ると、クボタの主力製品であるスレー ト系平板瓦カラーベスト系が61.7%、洋瓦が 18.8%、和瓦が10.9%。軽いカラーベストが、地 震に対しては際だった強さを発揮することが実証 されています。外壁材では、柔軟性に富む素材、 サイディングなどを使用した家が、地震への強さ を発揮していますね」

関西地方には、台風対策を意識して和瓦を土 葺工法で葺いた家が多い。ずっしりと頭の重い家 の方が安定感もあり、強風にも耐えられると考え られてきたわけだが、それが今回の地震では完全 に裏目に出てしまった形だ。だが、それでは、日 本に暮らす者にとって避けては通れないもうひと つの自然災害、台風に対しては、本当に和瓦の方 が強いのだろうか。台風に強い屋根材と地震に強 い屋根材とは矛盾する関係にあるのだろうか。

50m/秒の強風にも抜群の強さを発揮した平板瓦

平成3年9月、長崎県佐世保市に上陸後、九州北部、中国地方、北陸、東北地方と日本列島を縦断し、各地で100年に1度とも言われる被害を出した台風19号の被害状況を検証してみよう。

台風19号は、典型的な風台風であった。長崎市で過去最高の瞬間最大風速54.3m/秒を記録したほか、佐賀市で52.8m/秒、山口市で53.1m/秒など、各地で50m/秒を越える瞬間最大風速を記録。被害の大半は、この強風による家屋、特に屋根部分の損壊であった。

「私たちの調査によれば、被害の多かった順は、 和型セメント瓦、粘土瓦、洋瓦、カラーベスト系 の平板瓦。いわゆる和瓦の被害が一番ひどかった んですね。最近では省力化で、和瓦を1枚、1枚ク ギで止めつける工法が必ずしも取られていなかっ たことが、飛散の大きな原因だったのではないで しょうか。 その点、カラーベストコロニアルでは1枚当たり4本のクギで固定する施工法が取られていますから、台風19号の風に対しても最小の被害で済みました。カラーベストに関する被害の大部分は、外からの飛来物による損傷、あるいはクギが2本しか打たれていなかったなど、標準施工法が守られていなかったために起こったものと報告されています。

台風19号で損壊した家屋は、全国で実に12万棟。 当然、被害はある地域に集中していたため復旧作業は混乱をきわめた。損壊部分を補修する材料が足りない。職人が足りない。特に、和瓦は地域特性が大きいうえ重量もかさむので、すばやい調達が難しく、被害地域では、数カ月を経過しても屋根にブルーシートをかぶせて雨露をしのいでいる家が目立った。

「カラーベストは全国統一規格だし軽量なので、すばやく復旧用の材料を調達、運搬し、価格面でも安定を保つことができました。職人不足の問題も、クボタでは、被害の多かった土地に全国から延べ約300人の技術者を派遣。復旧作業の応援に手を尽くしました」

風に強いこともわかったし、施工も早いよう なので、この際、カラーベストに変えようか、と いう声が現地被災者の間で多く聞かれたという。

災害に強い住まいづくりの要=屋根材

このように近年、日本を襲った大きな自然災害の被害状況を見ていくと、災害に強い住まいづくりのポイントとして屋根材の性能(防災性能)が大きくクローズアップされてくる。そして、災害への強さという点で、長らく日本の屋根材の主流であった和瓦に比べて、カラーベストの方が圧倒的に優位に立っていることがわかる。

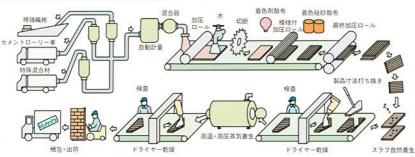


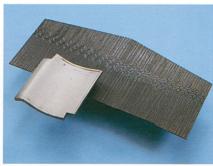
台風による被害は、屋根部分に集中する

.

GLOBAL 激震にも負けず、 INDEX 雨にも風にも負けず… T

ドライ製法によるクボタカラーベスト製造工程





クボタカラーベスト――従来の和瓦と 比較してみると、その薄さが際だつ

「カラーベストは、クボタがアメリカの総合建材メーカー、ジョンスマンビル社と技術提携して35年前に開発した新世代の屋根材なのですが、その商品コンセプトは、当初から "災害に強い" でした。ですから、原料の種類、混合率、製造技術、施工技術……あらゆる面で災害への強さを最優先課題として実験、改良を重ねてきたわけです」

ここで、カラーベストの製造法を紹介しておくと、基本原料はセメント、繊維質と特殊混合材。それを粉体状で混合撹拌して製板機のベルトの上に均等に落とし、少しずつロールで圧縮、最小限の水分供給により成形。補強顔料で着色したケイ砂を圧入した後、数日間、自然養生。さらに樹脂で防水加工を施した後、高温高圧の蒸気で養生(オートクレーブ加工)するというものだが、カラーベストならではの強度、耐候性を持たせるためのポイントは、製板の過程で必要最小限の水しか使わないドライ製法の採用である。

大量の水の中で原料を混合し、後から水を絞り出すウェット製法に比べて、ドライ製法では水抜きのプロセスがないので水の通り道ができない。したがって、雨水などを吸って膨潤したりすることもない。極めて高い防水性を持たせることが可能なわけだ。さらに、セメント製品の強度は比重に比例するのだが、ウェット製法による製品の比重が1.6どまりであるのに対して、カラーベストの比重は1.9にも達する。だから、厚さわずか4.5mmという薄型で軽量でも、屋根材として十分な強さを保持することができるのである。

「屋根軽量化」の意味

屋根材が"軽くて丈夫"であることの意味は 大きい。ハンドリングの良さ、施工性の良さ、経 済性の高さ……メリットは数々あるが、なかでも 最大の利点はその耐震・耐風性であろう。

「地震に際しては、自重の何割かが横揺れに加わると言われています。だから、屋根の重さは軽ければ軽いほどいい。最近の研究でサイコロ状の家が地震にはもっとも強いなどといろいろ言われていますが、まず実行しなければならない地震対策とは、屋根を軽くすることです」

ちなみに、1㎡当たりの重さを比べてみると、 和瓦が約50kgであるのに対して、カラーベストは 約18kg。屋根の面積が120㎡の家では、和瓦の総 重量が6,000kgに達するのに比べて、カラーベストの総重量は2,160kg。その重量差は3,840kgで、 車3台分にも相当する。 屋根とは本来、そんなにも重いものかと改めて驚くとともに、屋根職人の労働の大変さを思ったりもしてしまうのだが、車3台分の荷重が地震の揺れに余分に加わり、揺れに耐えきれず家が倒壊してしまうと、頭の上から落ちてくる……とすれば、これはたまらない。屋根の軽量化の重要性を痛感せずにはいられない。実際、関東大震災を経験した東京周辺には、もともとトタン屋根などの金属屋根が多く、カラーベストの普及率も高いという。

「耐震性を考慮しての軽さ、安全性という面では、 カラーベストには100点満点をあげてもいいと思 う」と礒部さん。

「防水性、不燃性の面でもカラーベストの性能には自信を持っています。耐久性の面でも、35年、いや50年は劣化の心配はないから合格点といえるでしょう。ただ、あえて言えば耐風性に関しては、材料開発、施工技術の両面からまだ研究の余地があると思っています」

と栗本さんは続ける。聞けば、自然の風のメ カニズムはまだ完全には解明されていないのだと いう。



より優れた材料、そして施工法の開発を めざして、各種実験が繰り返し行われる

「材料50%、施工法50%」

これまでの通説では、屋根材の飛散メカニズムは、「屋根の端部の軒先、けらば、棟部分などで生じる強い負圧によって屋根材が吸い上げられて飛散する」というふうに説明されてきた。

「しかし、私たちは、台風19号の被害調査を進めるうちに、この通説に疑問を持ったのです。何故かと言えば、この通説では飛散しにくい部分であるはずの箇所、たとえば屋根のど真ん中あたりの瓦もたくさん飛ばされている。この現象を解明するためには、"負圧吸引説"以外の原因を考えなければならない。幸い、台風19号によるカラーベストの被害は極めて少なくて済んだわけですが、さらにカラーベストの耐風性を高めるために、現在もさまざまな条件を想定しての実験、解析を進めているところです」

クボタでは、新材料・新施工法開発のために、理論上の計算だけではなく、実物大の装置(家屋)を使って、耐震実験、耐風実験、耐火災実験などを繰り返している。耐災害性機能のウエイトは、「材料50%、施工法50%」という認識だという。複雑きわまりない自然現象を完全に解明することはおそらく至難の技に違いないが、過去の災害での被害データを丹念に分析し、実験を繰り返すことで得られるものは大きいだろう。

ところで、現在の住宅におけるカラーベスト の普及率はどの程度なのだろうか。

「戸建てを中心とした新設住宅では25%を超え、 プレハブ住宅やツーバイフォーなどに限れば、そ のシェアは80%近くにも達します」

かなり高い普及率だ。もともとクボタ独自の 商品名であったカラーベストが、スレート系屋根 材の一般名称として通用するようになったのもう なずける。しかし、発売当初は、カラーベストも さまざまな壁にはばまれて苦戦を余儀なくされた という。

TVアンテナと屋根の一体化

「流通ルートの問題も大きかったんですが、日本 の住宅の屋根はやはり瓦だ、瓦じゃないと風格が でない、と言う人々の意識に働きかけるのが一番 難しかったですね」

伝統、景観を取るか、災害への強さを取るか という選択の問題か?

「それは、そうじゃないんです。確かにカラーベストは災害への強さを最重点課題として開発された屋根材ですが、決して伝統、景観を軽視しているわけではない。災害をブロックする機能と心地の良い景観の両立、2つの価値軸の融合をめざしているわけです!

クボタが横浜国立大学との共同研究のもと、 世界で初めて開発に成功した「屋根材一体型アン テナ」は、こうした方向性での画期的な新製品と 言える。

「屋根の上に取りつける従来型のアンテナは、価格も安くて受信性能にも優れているのですが、台風や大雪などの自然災害に弱い。それに、アンテナがずらりと林立している景色は、あまり見た目のいいものじゃない。そこで、屋根材カラーベストの内部にアンテナを組み込めないかということで研究を進めていたわけです」

「屋根材一体型アンテナ」とは、カラーベストの裏側にプラスチックやガラス樹脂のシートではさんだ箔状のアンテナを張りつけたもの。左右45度方向の電波を受信することができるので、一戸建て住宅の屋根に2~3枚取りつけるだけで従来のアンテナと同じ感度を発揮するという。価格は従来型より少し高くなるが、一度取りつければ20~30年はメンテナンスフリーで、雨、雪、風などの影響も受けないわけだから、積雪地帯や強風地帯、毎年のように台風の進路にあたっている地域の人々にとってはうれしい新商品となるだろう。



屋根材一体型アンテナ――表面は通常のカラーベスト だが、裏面に箔状のアンテナが張り合わされている

住まいをどのように設計するのか?星根材・外壁材をはじめとする住宅建材にはどのような素材を使うのか?どのように施工するのか?…ここで、まず最初に考えねばならないのは、言うまでもなく、さまざまな災害から人々の暮らしを守るということだ。住まいづくりの原点とも言うべき防災機能。この機能にどれほどこだわったとしても、こだわりすぎということはない。住まいづくりにまつわる固定観念を振り払い、自由に、合理的に、科学的に発想することが今、求められている。そうすることが、あの阪神・淡路大震災の本当の意味での教訓につながるだろうし、日本の新しい住まい文化の創造にもつながるのではないだろうか。





被災地の完全復興をめざして、取り組むべき課題は現在も山積している

瓦礫の中に新しい住宅の建設が進む



優れた防災性能とデザインを併せ持つ住宅建 材への需要は、今後ますます高まるだろう



7

GLOBAL INDEX III

IMPROVEMENTS & PROGRESS



「水の制御〕

都市型水害への備え

都市化が新たな水害を生む

大都市に住む者なら一度は考えたことがあるのではないだろうか このコンクリートの下の土はいったいどういう状態になっているの だろうか、と。ひっぺがせば、カラカラに乾燥しきった、激しい日 照りを受けたグラウンドのような干からびた土が現れるのではない か、と。それほどに土の見えないコンクリートジャングルたる都市。 しかし実際は、少ない土の露出部分から水は地中に入り、コンクリート下をじわじわと伝い、土地の状態はある程度の湿りを持つ普通 の土に等しいという。ところが、雨が大量に降った時、そのほとん どは都市を貫く河川へ、(街角に目を転ずれば) 排水溝へと流れ込む。他に行き場はない。都市化はこうしたコンクリート都市化だけを意味しない。人口の集中=資産の集中、資産価値の上昇、地下空間の利用も意味する。つまり、いったん浸水となれば、莫大な被害を生む。こうした被害が日本に限らず世界の多くの都市で続発しているのである。自然が勝手にふるまうことで引き起こされる災害というよりは、人間が招いた自然災害とさえ規定することのできるものである。これは「都市型水害」と名づけられている。



慢性的浸水、道路冠水に挑む

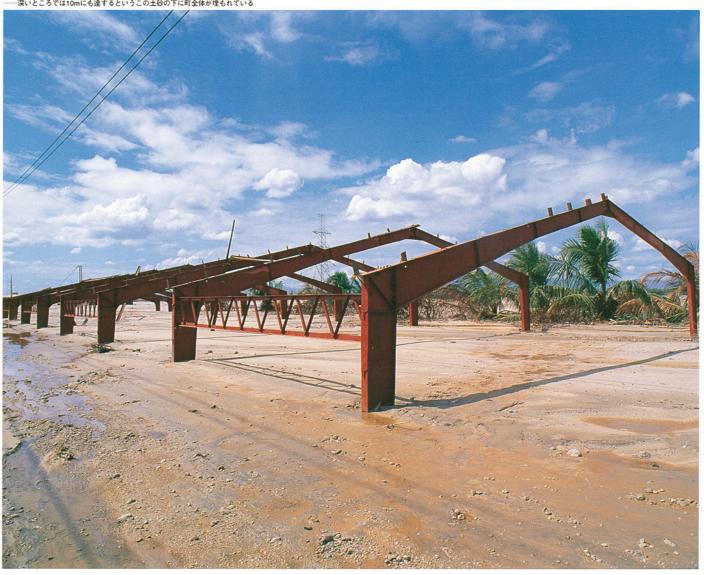
マニラ首都圏洪水制御プロジェクトⅡ

――エステロの修復とポンプステーションの建設―

自然災害とフィリピンと言えば、誰もがまっさきに思い浮かべるのが「ピナツボ火山の噴火」だ。1991年6月の突如の大噴火、その後の断続的な再噴火と度重なる台風の到来・集中豪雨は、洪水を引き起こし、火山周辺に積もった火山灰の混ざった土砂を麓の町々まで押し流した。途方にくれる被災者を追い撃ちし、犠牲者をさらに増やしたのだった。

そんな麓の町のひとつ、パンパンガ州バコラ町 (Bacolor, Pampanga) を訪ねて、被害のすさまじさ、土砂流の何たるかを目の当たりにした。目に入るのは、……高圧送電線の鉄柱の頭の部分、工場か倉庫らしい建物の屋根の鉄骨のみ。ところどころ、普通の民家の屋根も見られる。掘り出される前の竹の子のようにほんの一部だけだ。町全体が土砂流に文字どおり呑み込まれているのである。土砂流の高さは6~10mもあったという。そして、土砂流発生の危険性は未だに続いている。





GLOBAL 慢性的浸水、道路冠水に挑む

7.000を超える島々から成るフィリピン、その中 で最大の鳥・ルソン鳥南部に位置する首都マニラ



マニラを頻繁に襲う洪水禍

あまり知られていないが、この土砂流を引き 起こす豪雨は、フィリピンの首都マニラにも深刻 な被害をもたらしている。ちなみに、マニラはピ ナツボ火山からわずか南東約100kmに位置する。

フィリピンは熱帯モンスーン気候にあり5月か ら11月が雨期。年間降水量は1,900mm前後だが、 そのほとんどがこの半年間に集中する。ほとんど すべての台風が通過する"台風ベルト地帯"でも ある。

訪ねたのは11月、雨期もそろそろ終わろうとす る時期だ。日中はやたら蒸し暑いものの、陽はさ している。ところが夕方になると、何やら雲行き があやしくなり、そのうち激しい雨が降りだす。 すると、マニラ市街はすっかり表情を変える。雨 が30分~1時間も続けば、市街のところどころの、 なかでも低地の道路は水浸しとなる。床下浸水が 相次ぐ。雨期の真っ最中には床上浸水も日常茶飯 事とのことだ。クルマは「川」と化した道路をノ ロノロ走り出し、そうでなくてもひどい交通渋滞 をいっそうひどくする。こう言っては何だが、交 通渋滞はいい。深刻なのは一般家屋への浸水だ。 数々の衛生上の問題を引き起こし、住民たち、な かでも子供たちを肝炎、下痢、マラリア、破傷風、 狂犬病…が襲う。

こうした被害の実態は普通、表面には出てこ ない。路上は、ついさっき降った、ほんの小さな スコールでもう水浸しだ。それを撮影しようとす るカメラマンにまとわりつく子供たち、その泥水 の中で無邪気に水遊びに興ずる子供たちを見てい ると、何とも言えぬ気分になる。

フィリピン政府は今、首都マニラを頻繁に襲 う、この都市型水害を押さえ込むために緊急プロ ジェクトを推進中だ。「マニラ首都圏洪水制御プ ロジェクトⅡ」。日本政府からの円借款プロジェ クトとして、1993年よりスタートした(正式契約 の調印)。クボタは1986年から営業活動を続け、

ポンプ自体の性能はもとより、システムエンジニ アリング力が評価されて受注。機械設備一式の供 給、据え付け、試運転を担当し、土木工事を現地 企業のF. F. CRUZ (フィリピン3大ゼネコンのひ とつ)、全体の窓口を丸紅が担当する3社コンソー シアムを形成した。実際の各種工事は1994年6月 に起工、契約工期2年で、現在のところ1996年6月 竣工の予定だ。



冠水した路上で水遊びに興ずる子供たち――しかし、子供た ちの笑顔とは対照的に、このあふれ出た水は不衛生なものだ

ドブ川と化した"エステロ"

具体的には、どのようなプロジェクトなの か? 丸紅マニラ支店の吉迫祐司さんにその概要を 聞いた。

「マニラ市 (City of Manila) は下水道の普及率が 低く、代わりに"エステロ"と呼ばれる排水路が 市内の各所に網の目のように作られています。雨 期にはこのエステロの水がオーバーフローするの

マニラ首都圏 (Metro Manila) というのは、4つ の市と13の町で構成されている。マニラ市はこの マニラ首都圏の社会的・政治的・経済的な中心で あり、同時に庶民が多く住む地域でもある。"オ ールドマニラ"とも呼ばれる。

一方"エステロ"はスペイン統治時代に作ら れたオープンキャナル。かつては水上交通のため の運河として利用されていたらしいが、今はドブ り、真っ黒。異臭を放っている。

「プロジェクトは、ポンプステーションの建設工 事とこのエステロの浚せつ、修復工事を主な内容 としています

流れ、マニラ湾に注ぐ。かなり大きな河川である。 エステロはこのパッシグ川につながっている。し かしマニラ市全体は低い海抜にあり、言わばゼロ メートル地帯だ。満潮時ともなると、海水はパッ シグ川を逆流する。こうした状況はマニラ市に限 らず、マニラ首都圏を構成するいくつかの市・町、 マニラ湾沿いの地域でも見られる。そこで川とエ ステロとの合流地点に河口堰を作り、水の逆流を 防ぐ。さらに豪雨によるエステロのオーバーフロ ーを防ぐため、水を川側にポンプで排出してやる わけだ。

より始まっており、すでにマニラ首都圏全体で12 カ所あります。しかし、まだ足りないということ で、さらに3カ所の建設が進められているわけで

うち2カ所がヴィタス・バルット地区に、1カ所 がサンアンドレス地区に建設されようとしてい る。それぞれパッケージA、パッケージBと呼ば れている。

「私たち3社が担当しているのは、このパッケー ジB、つまりサンアンドレス地区でのポンプステ ーションの建設とエステロのリハビリ工事です」



川そのものになっている。生活排水はもとよりあ りとあらゆるゴミも投げ捨てられ、水はよどみき

マニラ市の中心をパッシグ川 (Pasig River) が

「こうしたポンプステーションの建設は10数年前



株丸紅/マニラ支店フィリピン交通プロジェクト工事事務所 吉迫祐 司さん――サンアンドレス地区ポンプステーション建設現場にて



マニラ市内を網の目のように張り巡らされ たエステロ――かつての運河の面影はない

優先プロジェクトのひとつとして

ろ、いったいどこまで進んでいるのか?

マニラ首都圏全体の洪水対策にあたるフィリ ピン政府・公共事業・高速道路省 (DPWH: Department of Public Works & Highway) の首 都圏局 (NCR: National Capital Region) を訪ねた。 このプロジェクトを統括するプロジェクトマネージ ャーのF.ファノさん (Nonito F. Fano) に話を聞いた。 マニラ首都圏における洪水制御は現在のとこ

「首都圏全体の広さは63,600haありますが、この うち洪水頻発地域は10,600haで全体の約6分の1を 占めています。既存の12のポンプステーションが カバーしているのは4,400ha、このプロジェクト (パッケージA、B) が完成すればさらに1,204haを カバーします。ですから… (と電卓をたたきなが ら)、約53%をカバーすることになります」

この"53%"という数字をまだまだと見るか、 そこまで進んでいるのかと見るかは評価の分かれ るところだが、この「マニラ首都圏洪水制御プロ ジェクトⅡ」が相当に大きな規模のプロジェクト であることはよくわかる。実際、たとえば据え付 けられるポンプも大きい。口径が1,500mmの「横 軸斜流ポンプ」と呼ばれる大型ポンプが4台、ト ータル放出能力が毎秒19㎡、水を引き揚げる能力 (専門用語では場程能力という)が4.3mだという。 そして、プロジェクトはマニラ首都圏洪水制御と 排水システム整備に関するマスタープランのもと に進められているのだという。

マスタープランとは2020年までをスパンとした 青写真で、1990年、日本国際協力事業団 (JICA) の協力のもとに作られたもの。この中で、パッケ ージA、Bからなるこの「マニラ首都圏洪水制御 プロジェクトⅡ は、優先プロジェクトのひとつ、 つまり緊急を要するプロジェクトのひとつとして 位置づけられている。



マニラ/ポンプステーション設置個所



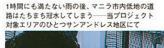


ションでも、工事が急ピッチで進められていた



マニラ市洪水対策施設のひとつ、マンガハン排水路(Mangahar Floodway) は、川の水をマニラ市東部に位置するラグナ湖

12

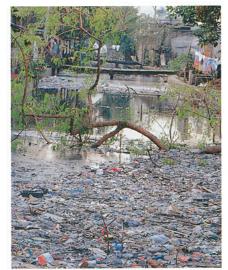




11

(LAGUNA LAKE) へ排出する――写真はその水門(Floodga

GLOBAL 慢性的浸水、道路冠水に挑む



されるゴミの処理も重要な課題となる――付帯設



エステロ沿いに住む無数の "スクォター"

ところで、ここでの洪水がどうしてこうも頻 繁に起こるのか?マニラに住む吉迫さんによれ ば、大規模な市内冠水は(台風の通過回数にもよ るが)年15~17回にのぼり、ひどい時には冠水の 深さは1~2mにもなるという。これは単に気象条 件と地理条件だけの問題なのか、宿命的なものな のか?ファノさんは次のように言う。

「集中豪雨、海抜ゼロメートル地帯という原因に 加えてもちろん不十分な排水設備という原因があ ります。さらに状況を悪化させている要因として、 ゴミの問題があるのです」

エステロや川、排水設備 (排水溝) へのゴミ・ 固形物の投棄が大きな要因になっているという。 エステロなどに投棄されるゴミの量は1日平均で 約3.000㎡、これはトラック600台に相当する。こ のゴミを撤去しても、3~4週間のうちにエステロ は再びゴミであふれてしまうという。

「エステロがスクォターたちや商用施設、住宅に 侵食されていることも大きな要因です」

侵食?—— "スクォター" (Squatter) というの は直訳すれば「不法占拠者」。仕事を求めて農村 部からマニラにやってきた人たちが、このエステ 口沿いに一夜づくりの家を建て住みつく。エステ ロの両岸数メートルは国有地だから不法占拠とな る。スクォターだけではない。土地不足から一般 住宅、商用施設もエステロ近くにどんどん建てら れていく。かくして、エステロ沿いは超過密地帯 となり、ゴミや排水が無造作に捨てられる。

このエステロ沿いに住むスクォターの数は約 23,500世帯とされる。正確なことはわからないが、 一般に子供の数が多いので15万人は下らないので はないだろうか。

「もともとエステロの総延長距離は95kmあったの ですが、今ではそのうちの39kmが消失しています」 と、ファノさん。フィリピン全体の人口は 6,000万強、マニラ首都圏の人口は800万。しかし、 マニラ首都圏に住む、こうしたスクォターと呼ば れる人たちの数は100万とも200万とも言われる。

実際、街を歩いてみると、"不法占拠" されて いるのは何もエステロ沿いだけではない。一番有

名なのは、日本のテレビでもしばしば報道された 「スモーキーマウンテン」。あれほど極端な例でな くても、マニラ市の市場・商店街を歩けば、路地 などは"不法占拠住宅"で埋まっており、一見、 出店か屋台でも出ているかのようだ。近代的なビ ジネス街のど真ん中、たとえばマカティ地区 (Makati)ですら、注意すると"不法占拠住宅"は あちこちに見られる。歩道が1mか1.5mほど占拠 され、そこに家が作られ、人が住んでいたりする。

真っ先に洪水の被害を受けるのは?

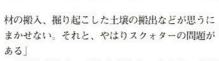
サンアンドレス地区のプロジェクトサイトに 出向いた。工事は今、急ピッチで進められている が、まだ「ああ、これがポンプステーションか」 というような段階ではない。基礎工事が進行中だ。 地面が掘り起こされ、大きなダンプがその土を満 載して出ていく。掘り起こされた穴の底では、熔 接作業が行われ、バチバチと火花が散る。大きな クレーン車も現場に入っている。

事務所でプロジェクトマネージャー、F. F. CRUZ 社のA. デイパランさん (Ricard A. DEYPALAN, JR.) に話を聞いた。工事はいくらか遅れ気味のようだ

「ひとつは交通渋滞の問題。土木工事の資材・機



日本でもしばしば報道された「スモーキーマウンテン」にて 政府が用意した代替住居への移転が進みつつあった



どうも気になって仕方がなかったので、ずば り聞いてみた――スクォターたちは他に場所がな いからこそ、エステロに住んでいる。その彼らを 無理矢理追い出してポンプステーションを作ると いうのはいかがなものか、それほどに洪水対策と して実効があるのか。と、

「フィリピン政府はケソン市に代替の住居を用意 して、そこに移転するよう粘り強く説得していま す。住み慣れたところを出ていくのは誰でもイヤ

だと思います。 この点では私 も同情します。 しかし洪水の 際、真っ先に 被害をこうむ るのは、彼ら スクォターた ち、なかでも



子供たちは命の危険にすらさらされるのです。エ ステロのあの汚い水があふれ出て、彼らの家を浸 水させるのですよ。…このプロジェクトは彼らに とっても有益な事業なのです」

「洪水対策としての効果?このプロジェクトが完 了すれば、絶対に該当地区の洪水問題は解決しま す。ひとりの技術者として、私はこれを確信しま す」

この取材で日本を発つ際、ちょうどAPEC開催 を前にして、フィリピンから不法占拠地区の住民 代表が来日。新聞によれば、(このプロジェクト とは直接には関係ないが) 住民の強制立ち退きを めぐって、フィリピン政府だけでなく日本政府を も批判する声明を出していた。日本のODAのあ

サンアンドレス地区ポンプステーション の搬入を控え、最終テストを繰り返す 口径1.500mmのクボタ「横軸斜流ポンプ クボタ枚方製造所にて

り方を批判していたのだった。

ただ、現場で工事を進め、スクォターたちと 顔をつきあわせ、その暮らし向きをよく知るデイ パランさんの話には、リアリティがあり、説得力 があった。

工事は、ポンプステーションの建設作業とエ ステロの底にたまったヘドロを除去し、拡幅する 作業が同時並行で進められている。大型ポンプ4 台がクボタの枚方製造所からここに搬入されるの は、1996年1月。工事は今、佳境を迎えようとし ている。

即効性の高いプロジェクト

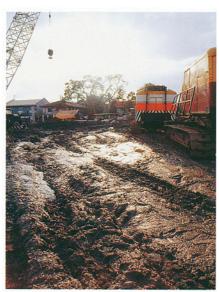
フィリピンでの洪水禍と言えば、しばしば森 林伐採と関係づけて語られる。ルソン島中部や北 部、さらにはケソン島、ミンダナオ島での洪水禍 は、見さかいない森林伐採による保水力の低下に 主な原因があると指摘されている。しかし、マニ ラ首都圏での洪水禍に関しては、森林伐採が直接 的な原因とはなっていない。むしろ都市部の急激 な拡大とパッシグ川をはじめとした河川上流地域 での無計画な開発を原因としているようだ。

エステロ沿いだけでなく市内各所に立ち並ぶ "不法占拠住宅"は、どれもこれも驚くほど器用 に作られている。そこで暮らす人々の表情も底抜 けに明るい。こうした器用さや人々の明るい表情 が、首都マニラの急速な成長、都市化現象の"影" を際だたせている。

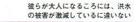
いずれにしても、このマニラの洪水禍という 都市化現象が引き起こした都市型災害に対して、 「マニラ首都圏洪水制御プロジェクトⅡ」は非常 に高い即効性を持つ。過去12のポンプステーショ ンの建設を通じて、それが有効な対策となること は実証済みである。このことは、F.F. CRUZ社の デイパランさん、首都圏局のファノさん、丸紅の 吉迫さん、そしてクボタの関係者など全員に共通 した意見だ。

(GI-II-1)





クボタが機械設備一式を供給するサンアンドレス地区 ポンプステーションでは、基礎工事の段階にあった







洪水に備える巨大地下トンネル

神田川·環状七号線地下調節池

――新しい治水コンセプトとしての「地下河川」――

「都市型水害に対する備え」として、もうひとつの例をあげよう。――東京都が掲げる「環七 地下河川 | 構想。首都東京において、山の手・白子川から東京湾に至るまでの約30kmの"地 下河川"を作りあげようとする構想である。地下約40mの深さを、10mを超える口径の河川 トンネルを走らす。それはちょうど山の手を南北に横断し、都道環状七号線の地下を走るの で「環七地下河川」と命名されている。最上流の白子川、ついで石神井川・神田川・目黒川 の4水系10河川のオーバーフローを防ぐ役割を果たす。





神田川の流域図 (上流部)

「環七地下河川」構想

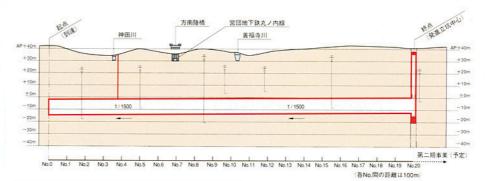
これは遠い未来の構想ではない。構想の実現 に向けてすでに建設は始まっている。「神田川・ 環状七号線地下調節池」の建設がそれだ。現在の ところ「調節池」だが、将来は地下河川の一部と

こうした地下構造物には必要不可欠なダクタ イルセグメントの供給を通じて、「神田川・環状 七号線地下調節池」建設に参画しているクボタ (注1)。素形材技術部の相場勉さん、量産鋳物営 業部の山内裕之さんを訪ね、この地下調節池の何 たるかを聞いた。

「今は調節池として建設されているわけですか ら、その機能は、豪雨で川の水位が高くなったら、 川に設置された取水施設から地下トンネルに水を 取り込み一時貯水する、雨がやみ水位が下がった ら、貯水した水をポンプで川に戻してやる…とい うことになります

この地下調節池の口径は12.5m。その大口径ぶ りを表現するなら、「現在建設中の東京湾横断道 路の海底トンネル部の口径とほぼ同じ」とのこと (本誌『GLOBAL INDEX VOL4』参照)。長さは 4.5km。第1期事業としてすでに2kmのトンネル部 が完成し、現在、取水施設の建設中(図A参照)。 残る2.5kmも第2期事業として近い将来、着工され る予定だという。第2期事業が終われば、「環七地下 河川」構想全体の約7分の1が完成することになる。 この地下調節池は神田川と善福寺川の中流を横切 るように位置し、その洪水に備える。豪雨に際し て貯めることが可能な水量=貯留容量は54万㎡

将来的には、この地下調節地が延長され、約30km にわたり東京山の手を南北に走り、東京湾へと到 達する地下トンネル= "地下河川" になる。東京 湾岸では10河川からオーバーフローした水が海へ と放出される。



図A 神田川·環状七号線地下調節池 第1期事業全体図/縦断面図 (資料提供/東京都建設局第三建設事務所) ※元図面を省略・変形(縦横比)

"75ミリ降雨対策"の中核事業として

「東京都ではこれまで、おおむね3年に1回は起こ るとされる1時間50mmの降雨を想定して、治水計 画を進めてきました。しかし今は、3年に1回では こころもとないので、1時間75mmの降雨---それ は15年に1回とされますが――に対処していく必 要があるとしています。この"75ミリ降雨"に対 応する新しい治水計画として地下河川構想が打ち 出されたわけです

洪水が起こるか否かは、総雨量もさることな がら時間雨量、つまり短時間にどれだけ雨が降り 注ぐかが大きな要因になっているらしい。少なく とも、現在の東京では。普通、治水対策と言えば 川幅を広げ、川底を深くする改修事業をよく見か けるが、東京では河川の拡幅は用地確保の面から 限界に達している。浚せつも河川の勾配の点から 難しいという。そこで幹線街路の地下を利用する 地下河川構想が浮上してきた (注2)。そして、 「環七地下河川」はこの地下河川による"75ミリ 計画"の中心をなす事業として位置づけられてい るという。また、神田川・環状七号線地下調節池 の建設は「環七地下河川」実現へ向けての第一歩 となる事業である。

しばしば"暴れ川"と化す神田川

ではどうして、まず神田川中流に地下調節池 なのか?それは、言うまでもなく洪水被害の多発 地帯であるからだ。たとえば、昭和57年 (1982年) の台風18号が関東地方を襲った際には、善福寺川 との合流地域で1,600棟にもおよぶ家屋浸水の被 害が出たという。最近の例としては、平成5年 (1993年)の台風11号。「地下鉄駅に水が流れ込み、 銀座線・東西線が不通に」というニュースも流れ た、あの台風11号だ。この時も神田川は氾濫し、 浸水家屋の大半がこの流域に集中したのだった。

神田川は三鷹市の井の頭池を源として、途中、 善福寺川・妙正寺川を合わせ、日本橋川を分派し て隅田川に注いでいる。その流域にはおよそ180 万人もの人々が暮らし、経済活動も活発に営まれ ている。典型的な都市河川である。

かつてフォークソングでセンチメンタルに歌 われた神田川も、実は、しばしば"暴れ川"と化 す。首都圏における過去の水害の歴史を見れば (表B参照) それは一目瞭然だ。

昭和50年代以降、大きな水害発生に際して、氾 濫した河川としては、ほとんどと言っていいくら い神田川の名前が筆頭に上がっている。この "暴

れ川"たる神田川を一刻も早く治める必要があっ

「神田川・環状七号線地下調節池の建設が優先さ れたのは、こんな背景からです。しかも、即効性 の高い治水対策として、流域住民・治水関係者か ら大きな期待を集めているのです

見えにくい都市型水害

また、神田川をはじめとした都市河川は一般 に、かつてより氾濫しやすくなっているという。 その原因は単純明快だ。

「よく言われることですが、ひとつは、河川上流 の山林が宅地開発などでどんどん消えていき、そ の保水機能を失ってきたこと。もうひとつは、コ ンクリート都市化。道路はすべてアスファルトで 覆われ、そして河川流域に家屋やビルが密集して 立つなど、露出した土の部分がなくなり、水の透 過性がなくなっていること。平地においても保水 機能が失われたと言ってもいいかもしれません」

雨水は大地に吸収されることなく、大半が河 川に流れ込む。これが近年の洪水到達時間の短縮、 ピーク流量の先鋭化を生んでいるのである。さら に、"資産の集中"という都市化が被害を大きく している。

「一般に、都市型水害というのは見えにくい。全 国的な大雨の報道などでも目立たないでしょ。土 砂くずれが起こったり、死者が出たりしませんか ら。しかし、都市というのは人口が集中している



神田川・環状七号線周辺――高円寺陸橋上空より南方向を臨る (写真中のラインは地下調節池のおおよその位置を示す)

	年	月日	災害名	浸水面積 (ha)	時間最 大雨量 (mm)	起雨量 (nn)	主な溢水河川名
1910	(明治43)	8/7~8/11	台風	20,143	45	283	利規川
1917	(大正6)	10/1	台風	8,660	16	161	(高潮)
1938	(昭和13)	9/1	台風	7,790	30	144	(高潮)
1947	(昭和22)	9/15	カスリン台風	11,432	34	166	多摩川、利根川
1948	(昭和23)	9/16	アイオン台風	2,864	38	158	
1949	(昭和24)	8/30~9/1	キティー台風	9,201	12	64	
1958	(昭和33)	7/22~7/23	台風11号	2,946	17	108	
		9/25~9/27	狩野川台風	21,103	76	444	全域
1961	(834036)	10/9~10/11	台風24号	3,237	43	162	
1966	(昭和41)	6/28~6/29	台風4号	8,762	30	235	
1971	(昭和46)	8/31	台風23号	714	48	205	
1976	(BB#051)	9/9	台風17号	383	65	220	石神井川、神田川、善福寺川、 目黒川、仙川、野川
1978	(昭和53)	4/6	集中豪雨	229	62	100	神田川、石神井川、妙正寺川
1979	(昭和54)	5/15	集中豪雨	75	45	120	神田川、石神井川、妙正寺川、 自黒川
1981	(昭和56)	7/22	集中豪雨	470	80	86	神田川、目黒川、谷沢川
		10/22	台風24号	1,959	51	204	神田川、目黒川、善福寺川、 境川、空堀川、真光寺川
1982	(昭和57)	6/20	集中豪雨	308	52	60	
		9/12	台風18号	1,616	65	289	神田川、目黒川、石神井川、 善福寺川、妙正寺川、白子川、 空堀川、野川、残堀川
		11/30	集中豪雨	587	53	78	目黒川、空堀川
1983	(昭和58)	6/10	集中豪雨	694	49	49	
1985	(昭和60)	7/14	集中豪雨	262	91	96	神田川、目黒川、香川、 石神井川、妙正寺川、善福寺川
1986	(昭和61)	8/4	台風10号	40	58	263	垳川、空堰川
1987	(昭和62)	7/25	集中豪雨	88	73	82	BANKS THE RESERVED
1989	(平成1)	7/31~8/2	集中豪雨	198	70	280	神田川、目黒川、石神井川
		8/10	集中豪雨	22	92	93	神田川
1991	(平成3)	9/18~9/19	台風18号	190	60	289	毛長川、空堀川、鶴見川、境川
1992	(平成4)	7/15	集中豪雨	13	70	100	残虚川
1993	(平成5)	8/27	台展11号	355	76	249	神田川、谷沢川、毛長川

《こうきょう編集部 1995年9月5日発行 『首都圏の総合治水・浸水対策事業』より) ※平成5年の被害数値は連報値であり、今後修正することがある

※浸水面積、時間最大雨量、総雨量に関しては、抜粋資料から小数点以下を切り

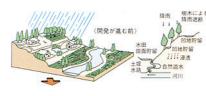
雨で増水した神田川記録写真――警戒の土のうも用意されている (1981年10月9日~豊島区高田にて/写真提供:毎日新聞社

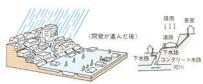


GLOBAL 洪水に備える巨大地下トンネル INDEX

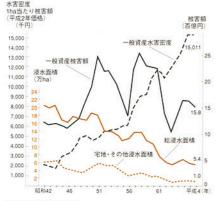


神田川・環状七号線地下調節池に使用された クボタのダクタイルセグメント・ユニット





都市化による洪水流出量の増大機構概念図 (こうきょう編集部1995年9月5日発行『首都圏の総合治水・浸水対策事業』 より)



図C 水害 被害の推移 ※一般資産水害被害額および水害密度は、営業停止損失を含む (こうきょう編集部 1995年9月5日発行「首都圏の総合治水・浸水対策事業」

場所をさす。人口が集中しているということは、 経済活動に要する資産の集中を意味します」

相場さんと山内さんは口をそろえて、こう言 う。人的な被害を決して軽く見ることはできない が、水害による経済的な被害もまた軽視できない 現実だ。

わが国全体の水害の状況を年を追って見ると、 浸水面積は河川改修などの効果により徐々に減少 傾向にあるが、都市化の進行により被害額や水害 密度(1haあたりの被害額)は逆に増加傾向にあ るという。なかでも水害密度に関しては、うなぎ 上りの様相を呈している(図C参照)。また、都 市部と非都市部での被害額の比較をするなら、昭 和30年代には6対4程度であったものが、現在で は8対2程度までに変化しており、都市部での被 害のウエイトが高まっているのである。

都市における河川拡幅の難しさ

このような人口および資産の集中、急速な都市化に関連する「都市型水害」の発生は、東京都においては、昭和33年 (1958年)「狩野川台風」の際の被害が最初とされる。それまでは、東京の東部低地地帯、主にゼロメートル地帯と呼ばれた江東区などでの被害が多かった。高潮を主な原因とする河川水位の上昇、堤防の決壊などで、下流域低地地帯で大きな被害を引き起こしていたのである。ところが、この狩野川台風では、都市化の影響から低地地帯だけでなく山の手地域にも大きな被害を与えたという。

そして、こうした都市型水害は昭和50年代の半ばごろから多発し始める。東京都の洪水対策も低地地帯での高潮対策から山の手地域での河川改修へとウエイトを移していく。だが、河川流域の都市化はすでに進行しており、また猛烈な勢いで進行しつづけている。そのため、地価の高騰=河川拡幅のための用地確保が極めて難しくなる、という深刻な問題に直面することになる。しかしこれは、ある意味では避けられなかった事態とも言える。というのも、河川の改修はその性格から下流より順次進めるほかないからである。

地下河川構想は、このような事態を切り抜けるために導入された、まったく新しい治水コンセプトでもある。河川の改修ではなく地下空間を利用して新たな河川を作る。——都市の地下で集中豪雨・洪水に備える巨大トンネル。

アスファルトに覆われ、保水機能 を低下させた都市部に降る雨が一 気に周辺河川の水位を上昇させる (写真提供:毎日新聞社)



パワーテクノロジーが生んだ治水コンセプト

この新しい治水コンセプト実現への動きとしては、首都圏では、このほか「環八地下河川」構想もある。関西では、「平野川水系街路下調節池」の築造およびその延伸計画(注3)、「なにわ大放水路」の築造計画(注4)などもある。

そして、これら日本の地下河川のモデルとされているのは、アメリカはシカゴの「雨水下水排水用地下トンネル」(注5)だという。

いずれも大口径・長距離のシールドトンネル。 つまり「地下河川」は最新のシビルエンジニ アリング技術、パワーテクノロジーが生み出した まったく新しい治水コンセプトだ。おそらく、今 日の急速な都市化現象から派生した都市型水害に 対する切り札となるだろう。だがしかし、少々意 地の悪い言い方をするなら、それはやはり対処療 法にすぎないのではないか。21世紀を見据えた都 市型水害への備えとして考えるなら、やはり、そ れと同時に都市における土地の保水・遊水機能の 回復を計画的に、意識的に、そして意欲的に進め ていく必要があるだろう。

(GI-II-2)

(注1) クボタのダクタイルセグメントは、「神田川・環状七号線地下調節池」建設において、取水口など強度面から特に高い信頼性を要求される要所要所に使用されている。第1期事業においては、全体2kmのうち47mがダクタイルセグメントで構成されている。

(注2) 東京都では昭和60年10月「東京地下河川構想検討会」(知事諮問)を設置、同62年10月に報告を得る。この中で将来の治水安全度は1時間100ミリの降雨に対処することを目標として、これに至る段階的な整備として既定の50ミリ計画の次の段階としての1時間に75ミリ降雨に対処することが妥当であるとされる。このための具体的方策として、これまでの河川改修に合わせて、地下河川や調節池を組み合わせた地下河川による治水施設の整備が提言された。

(注3) 平野川調節池はやはり将来の地下河川の一部と位置づけられている。すでに昭和61年に都市計画道路木津川平野線部分(延長1.3km、貯留量10万㎡)が、平成3年には新庄大和川線部分(延長0.6km、貯留量4万㎡)が完成(297mにダクタイルセグメントを採用)。

(注4) 平野〜住之江下水道幹線は大阪市東南部の浸水を抜本的に解消するために計画された雨水専用下水道幹線。この大放水路は幹線部として、平野区瓜破交差点から都市計画道路敷津長吉線を通り、住之江抽水所に至る約8.5kmを建設する、わが国最大規模の下水道幹線。平成2年12月に着工、建設は現在も進行している(1,731mにダクタイルセグメントを採用)。

(注5) TARP: Tunnel And Reservoir Plan。雨水一時 貯留とミシガン湖の水質保全、シカゴ川の氾濫、合 流式下水の雨水溢流による公共用水域の汚濁防止を 目的とする。貯留容量380万㎡、延長約50m。第1期 事業は1976~1985年、現在、第2期事業が進行中。 (参考資料:こうきょう編集部1995年9月5日発行 「首都圏の総合治水・浸水対策事業」)

GLOBAL INDEX IIII

DEFENSE & RECOVERY



「水・ガスの確保]

ライフラインの強化

"草の根"のごとき強さを追求する

阪神・淡路大震災で一躍メジャーな言葉となったライフライン。 水・ガス・電気・情報…などを家庭やワークショップまで直接輸送 し、人々の暮らしや社会を支えるシステムである。このシステムの 最大の特徴は「網の目」構造 (ネットワーク構造) をとっていること。 「網の目」構造をとっているがゆえに、無数の輸送先を面的につなげ、 フレキシブルに対応することができる。システムの拡張を自由自在 に行うことができるのである。

もちろん、この構造には弱点もある。1カ所に破損が生じると、広

範囲にわたって、その機能が麻痺してしまうということだ。また一般に、破損箇所の発見が難しく、その修復に時間がかかる。

それゆえ、ライフラインの構築にあたっては、網の目のどこが破損 しやすいかの予測技術、破損が生じたとしてもその影響を最小限に 抑える技術がカギとされる。ただ、すでに出来あがっているシステムと拡張していく新設システムとの格差が、ライフラインの防災性 向上の行く手をはばんでいる。この矛盾をいかに克服していくかが、 災害に強いライフライン構築の実際的な焦点となっているのである。



継手部分に集中した水道管被害

鉄管メーカーであるクボタ。そのクボタが生産するダクタイル鋳鉄管の約80%は上水道管路として利用されている(「ダクタイル鋳鉄管」については本誌『GLOBAL INDEX VOL3』参照)。

そこで鉄管研究部の岩松潤吉さん、岩本利行 さん、鉄管企画部の戸村勝さんに、まず、今回 の大震災における水道ラインの被害状況を聞い た。

「断水状況から申し上げますと…。地震直後では 約122万戸が断水、1カ月たった後も約17万戸が断 水していたと報告されています。被災地別の断水 率を見ると、神戸市が91%、西宮市が96%、芦屋 市が100%、明石市が50%、宝塚市が46%…」

被害の大きかった神戸市、芦屋市、西宮市をはじめ北淡町、大阪市、宝塚市などでは、公道下に埋設された水道の配水管の3,600カ所余りが、また各家庭に引き込まれている給水管では20万件を超える破損事故があったという。これまでに経験したことのない甚大な被害を水道事業はこうむっているのである。

管路はどのような被害を受けたのか?

「老朽化した普通・高級鋳鉄管では管体の破損が 多く見られました。これらの管に比べて強度と延 性に優れるダクタイル鋳鉄管では、管体自身が割 れることはなかったのですが、"一般継手"では 特に地盤の悪いところで継手の抜け出しに伴う被 害が見られました」

具体的にはどのような場所で多かったのか? 「埋立地などの軟弱地盤、造成地などの地盤急変部、坂道などの急傾斜地、海や河川の護岸付近、盛り土部、構造物との取り合い部…などです」

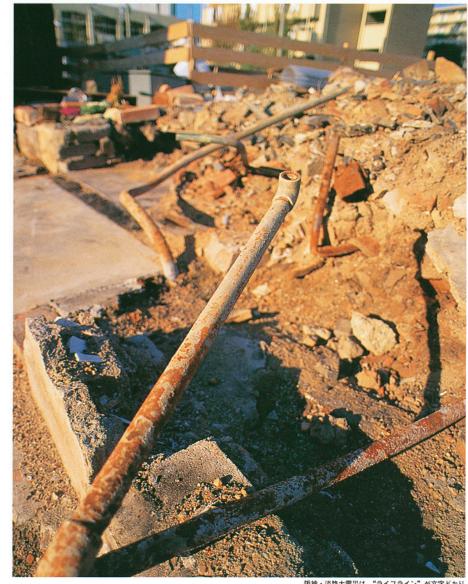
このような場所では、液状化などにより大きな地割れなどが発生し、管路の被害が集中したのである。

有効性を立証された耐震継手

こうした各地での被害状況の中で注目を集めたのが、六甲アイランドの管路だ。埋立地の軟弱地盤であり液状化現象も報告されているにもかかわらず、被害がほとんどなかったのである。

その理由は「耐震継手」のダクタイル鋳鉄管が使用されていたためと考えられている。六甲アイランド全域で、配水管として、耐震性を備えた特殊な継手を持ったダクタイル鋳鉄管が使用されていたのである。被害をまぬがれたのは、この人

クボタ耐震線手ダクタイル管の吊り上げテスト 優れた伸縮・屈曲性能と離脱防止機構は、兵庫県南部地震でもその有効性が証明された



阪神・淡路大震災は、"ライフライン"が文字どおり 日常生活の生命線であることを私たちに再認識させた

工島だけではない、耐震継手はポートアイランド でも漏水ゼロという性能を示しているのである。

「耐震継手のダクタイル管は、人工島などの埋立 地だけでなく六甲山の裏側など造成地にも使われ ており、被災地域での総延長距離は約270kmにな ります。管1本の長さが5m~6mぐらいですから …、まぁ、とにかくものすごい数のジョイントが あるわけですが、被害はゼロでした」

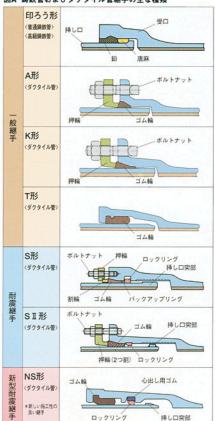
「耐震継手」というのは、簡単に言えば、こうだ (図A参照)。管と管の継手部分に一定のすきまを設け、地震の地盤変動に合わせて伸縮・屈曲する機能を持たせる。そして、さらに引っ張りが進むとロックがかかる、つまり離脱防止機構を備えた構造になっている。

これに対して、一般の継手は伸縮・屈曲性を

有しているが離脱防止機構を備えていない。さらに「印ろう継手」と呼ばれる鉛コーキングの継手もまだかなり残存している。これは大正時代から戦後しばらくの間にかけて使用された旧式の継手である。

特に、埋立地の液状化 発生地帯などの悪い地盤に おいては耐震継手か否か、 つまるところ、これが、阪 神・淡路大震災における上 水道管路の被害の明暗を分 けたようだ。

図A 鋳鉄管およびダクタイル管継手の主な種類



地割れはすさまじい力で、瞬

間的に地中の管路を引っ張る

2mの地割れにも耐える管路

「ロサンゼルス地震では離脱防止機能がない継手 も耐えたのですが、今回の兵庫県南部地震では前 述したような悪い地盤ではダメでした。地盤にわ ずかな亀裂が入るだけなら一般の継手でも大丈夫 なのですが、大きな亀裂や沈下が起こるような地 盤変動には耐震継手でないと対応できません」

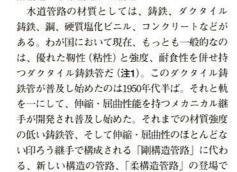
耐震継手の耐震性能について、もう少し突っ 込んで聞いてみた。

「まず、単独のパイプにおける継手の強度は、パ イプの呼び径×0.3という計算式で設計していま す。仮に呼び径1,000mmのパイプなら、300トンの 力を加えても壊れないように設計されています。 次に、伸縮量はパイプ1本の長さの1%、5mな ら±50mm以上動ける範囲を持たせています。さら に抜け出し阻止力としては、地中での摩擦力を1 トン/miと仮定して、100mのパイプを引っ張って こられるようになっています

これは地割れに対して、どれだけ耐えること ができるかということである。

「地割れ部分をはさんで両側にそれぞれ100mの パイプが動く。つまり、200mぶんのパイプ、1本 5mとするなら40本のパイプが鎖のようにつなが り、地割れの動きに対応する。±50mm×40本= 2mの地割れが起こっても耐えることができるわ けです

管同士がひっかかる構造=離脱防止機構を持 たせることで、管路としての地盤変動への順応性 を飛躍的に高めたのである。クボタの技術者たち はこれを「鎖構造管路」と呼ぶ。



剛構造から柔構造、鎖構造へ

ある。

しかし、この柔構造管路も地盤の大きな動き には十分に対応できない。

「(クボタが) 現在の耐震継手を開発する契機と なったのは、1957年の新潟地震。ここは液状化が 広範囲に発生したところであり、管体の被害はゼ ロだったのですが、継手部分がやられた。…そこ で鎖構造管路を考えたわけです」

耐震継手が開発されたのが1972~1973年、規格 化されたのは1979年。その優れた耐震性について は、実は、すでに1982年「浦河沖地震」、1993年 「釧路沖地震」、1994年「北海道東方沖地震」「三 陸はるか沖地震」で立証されている。しかし普及 率となるとまだまだ低い。神戸市で約5%、全国 では3%程度だ。

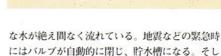
すぐにでも全面的に耐震継手の管路に代えれ ばいいではないか、という声が聞こえてきそうだ が、水道に限らず、この種の管路整備には膨大な 費用と時間がかかる。しかも料金徴収による独立 採算の水道事業には、原則として国からの補助は ない。また、ダクタイル鋳鉄管の耐用年数は法定 で40年 (実際の耐用年数は100年以上とも言われ ている)。 すでに埋設されている管路の更新期は まだ来ない。コストも従来の継手管に比べて材料 費で約30%程度割高になる。「それほど簡単な話 ではない」のである。

新型耐震継手と耐震用貯水槽

こうした数々の問題を切り抜けるための努力 のひとつが、新しいタイプの耐震継手の開発。も うひとつが、「耐震用・緊急用貯水槽」だ。

クボタは1995年、新型耐震継手の開発に成功し た。それは、機能の面では従来の耐震継手とまっ たく同じなのだが、接合にボルト・ナットを使わ ないスリップオンタイプである。コンパクトな油 圧式の継手接合装置も同時に開発した。従来、管 の埋設にあたっては、地面を大きく掘削し、作業 員が中に入ってボルト・ナットで接合していた。 この新型継手管と接合装置を用いれば、人が入る ほど大きく地面を掘削する必要がなく、施工コス トを下げることができる。材料費と工事費を合わ せてのトータルコストを下げることができる。こ れによって "耐震管路" の普及を進めようと言う わけである。

「耐震用・緊急用貯水槽」は大口径ダクタイル 鋳鉄管を用いた貯水槽。しかし、独立した貯水槽 ではない。「水道管路の一部」なのである(図B 参照)。ちょうどそれは植物の"栄養根"に似て いる。普段は水道管路の一部として機能し、清浄



上げ、非常時の飲料水として使う。

クボタダクタイル管製耐震用・緊急用貯水槽〈直線形〉(写真右) とその 布設イメージ (写真下) ――設置場所に合わせた配管・構造の設計が可能

「求められる性能としては、この貯水槽自身が耐 震性を備えていること。大口径のダクタイル管が 何本もつながって構成されていますから、やはり 継手の離脱防止機能がカギになります。それと "死に水"がでないようにすること。貯水槽の大 容量に比べて水の流入・流出量が小さいので、い かに槽内で水が停滞しないようにするかがもうひ とつのカギになります。あくまで通常は管路の一 部なのですから」

たとえば、貯水量100トンクラスの「直線形」 緊急用貯水槽 (注2)。口径2,600mmのダクタイル 管4本で構成され、長さは約20m。 学校のグラウ ンドや公園などに埋設される。「仮に100万都市で あれば、要所要所にこのクラスの貯水槽を100基 設置すれば、緊急時に対応できるでしょう」と。

導入は1980年代半ば頃から徐々に始まり、ダク タイル製の貯水槽は現在、全国で約200基。今回 の大震災で、このダクタイル管製貯水槽が激震に 耐え、被災した人々への飲料水供給に貢献。その 有効性が強く認識され、今後、急速に普及が進む ことが予想されている。

効果のあったポリエチレン管 (PE管)

ライフラインのなかでも、寸断されると重大 な二次災害を引き起こしかねないのが、都市ガス のラインだ。今回の大震災において、このガスラ インに関してもやはり管と管の接合部分に被害が 集中した。旧来の金属管による「ねじ継手」が大 きな打撃を受けたのに対して、PE管(ポリエチ レン管) はまったく被害が見られなかった、と大 きく報道された。

このポリエチレン管の接合技術の研究開発に 携わるクボタ合成管技術部に、京免純輔さん、坂 口眞幸さん、倍秀樹さん、木村雅夫さんを訪ねた。

ガス管は大きくは高圧管、中圧管A·B、低圧 管に分類される。ガス圧10kg/cm以上を高圧、 10kg/cm未満~3kg/cm以上を中圧A、3kg/cm未満 ~1kg/cm以上を中圧B、1kg/cm未満を低圧として の分類である。低圧管は延長距離にして全体の 87%を占めるという。報道された被害の有無は、 主として、この中の低圧管に関するもの。材料と しては、鋳鉄管、鋼管、PE管などが用いられて おり、全体的にはPE管の比率はまだ低いという。 どうしてPE管があの地震にも耐えることがで

「まず、この素材は柔軟性に富んでおり、約

人孔(給水口、空気弁) て、ポンプが取り付けられた給水口から水を汲み 流入·流出連結管

図B 耐震用・緊急用貯水槽の構造

700%の伸びを有する。つまり、たとえば1mのPE 管が8mまで伸びるということです。それと、約 130℃で溶融するので融着接合が可能なのです」

地震の地盤変動に対して、PE管は素材自身が 持つ物性により、柔らかく伸びたり、屈曲するこ とで対応できるのである。

融着接合とは、簡単に言えば、溶かして接合 すること。材料組織の一体化、金属でいう熔接だ。 管と管、継手を完全に一体化できるのである。水 道ラインの"鎖構造管路"にならうなら、"一体 化構造管路"とでも名づけることができるだろう

ところで、このPE管の埋設管としての適性、 たとえば耐食性、強度…についてはどうなのか? 「厳密に言うなら、PE管の素材は"中密度ポリ エチレン"。化学的に非常に高い安定性を持ち、 腐食しないと言ってもいい。また、内圧や外圧に も耐える強度も備えている。ガス管素材としては 完成されたものと言っていいと思います」



ガス、上水、雷話線、雷気ケーブル、下水-が張りめぐらされている (写真はモデル)



22

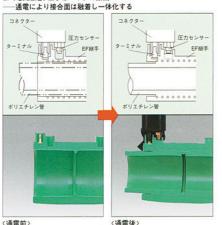


21

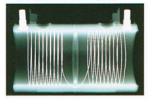
GLOBAL より高度な耐震化へ

GLOBAL INDEX TIT

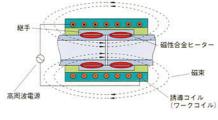
EF (電気融着) 継手とパイプの断面



EF (電気融着) 継手のX線写真



図C 誘導融着の原理



人間的エラーを排除する新融着技術へ

「中密度ポリエチレン」は1960年代に開発され、70年代にアメリカ・イギリス・フランスなどでガス管としての普及が進んだ。一方、日本ではやや遅れて80年代より普及が始まった。

そして、この普及は接合技術の進歩に負うところが大きいという。材料特性として融着接合性はある、しかし管として成型された中密度ポリエチレンを、埋設現場でどのように溶融し接合するのか。ガス管である以上、100%の気密性が要求される。やはり接合技術がカギになったのである。

こうして開発されたのが、「熱板融着」であり、「電気融着」である。熱板融着は接合部を熱板(電気ヒーター)で加熱し、熱板を除去した後、すばやく溶融部を接合する方法であり、作業者にはかなりの熟練技能が要求される。電気融着は継手内面に電熱線を埋め込み、電気を流し、継手内面と管外面を同時に溶かして融着を行う方法。この方法によって作業の安定性が実現し、PE管は、ガス管としての高い信頼性を一気に獲得したという。

現在、日本でも新設の低圧管のうち約70%が PE管だ。今後、大手ガス会社を中心として1997 年までに口径200mm以下の新設低圧管のほとんど をPE管にするという。もちろん、その耐震性が 評価されてのことである。

「クボタは1995年、さらに新しい融着技術の開発 に成功しました。施工における人間的エラーを排 除する、人間の技能に影響を受けない接合技術で す」

それは「誘導融着」と呼ばれるもの。継手に 磁性合金ヒーターを埋め込み、外部の誘導コイル に高周波電流を流す。合金ヒーターに誘導電流を 発生させ、加熱するという方法だ(図C参照)。 合金ヒーター自身の自己温度制御という特性を利 用し、より信頼性の高い施工を可能とするものである。今、急速に進められようとしているガスラインへのPE管の導入。この新しい融着技術が果たす役割、クボタへの期待は大きい。

少々技術的な話題に立ち入りすぎたかもしれない。しかし、強調したかったのは、ライフラインの高度な耐震化を実現するには、こうした具体的な耐震化技術・ノウハウの着実な蓄積を必要とするということだ。しかも、水道ラインにしろガスラインにしろ、その更新には膨大な費用と時間を要する。一朝一夕にできるものではない。施工コストを含めたコストの問題、自治体や事業体の資金力も無視できない現実である。

とするなら、どの管路を、どの地域を優先して耐震化を進めていくのか。クボタでは管路診断手法の開発などにすでに着手しているが、更新を先送りせざるを得ないラインに対しては、万が一に備えていかなる対策を講ずるのか…。ライフラインの耐震化は急がねばならないが、それは、多面的に、かつ緻密に進めていかねばならないのでなる

(GI-Ⅲ)

(注1) 『水道協会雑誌』第731号によれば、管種別延 長距離でダクタイル鋳鉄管は全体の44.4%を占める。 硬質塩化ビニル管が30.1%、石綿セメント管が 30.1%、鋳鉄管が7.5%、銅管が3.8%を占める。

(注2) クボタのダクタイル管製貯水槽は公園・広場・駐車場・校庭・道路下などに設置される。その土地の広さや形状により「直線形」「U字形」「W字形」などに施工できる。



GLOBAL INDEX TYPE TYPE

PROVISIONS FOR THE FUTURE



[災害に備える農業]

食糧供給の安定化

地球規模での異常気象に対応する

農耕=食糧の生産はその誕生の時から、それぞれの地域の風土に育まれ、時には冷害などの厳しい試練にさらされてきたものの、この中から「適地適作」という原則が生み出され、活用されてきた。この原則が食糧生産の向上と安定化に大きく寄与してきたのである。そして、増え続ける人口は、耕作地の拡大と農業技術そのものの高度化の圧力として働き続けてきた。

米国大統領科学諮問委員会の報告によれば、現在の世界の潜在可耕地 (耕作可能な土地) は31.4億haで陸地面積の24.2%、遊牧地を含めると農業的に利用できる土地が陸地の約半分。潜在可耕地の中で耕地面積の比率は約44%、耕地化の可能性のある未耕地が56%とな

っている。しかし、耕地面積比率はヨーロッパで88%、アジアでは83%となっており、耕地拡大の余地は極めて少ない。

一方、農業技術の面では、環境資源(気候・土壌・水)、生物資源 (高収性作物・多産性家畜)、技術資源(肥料・農薬・機械・かんが い施設・農用資材・情報)、エネルギー資源(化石エネルギー)など をうまく利用し、現代の多収性農業を実現してきた。

劣化の進む地球環境、異常気象、人口爆発。この中で食糧をいかに 安定確保するのか?——このテーマは、近未来のもっとも重要な課 題となっている。



節水型農業のノウハウを蓄える

トルコ共和国・半乾燥地域農業開発現地実証調査プロジェクト

――世界の半乾燥地域を視野に入れて―

しばしば「東西文明の十字路」と形容されてきたトルコ。たとえば、かつてオスマン帝国(オスマントルコ)はその全盛期にヨーロッパ・アジア・アフリカの三大陸に君臨し、全世界の"文物"を自由に往来させ融合させ、そして次々と新しい"文物"を生み出してきた。ちょっと前に流行った"文明の衝突"などという単純な議論とは比較すべくもない、雄大で、重層的な文明沸騰を生きてきた地だ。

現在のトルコ共和国の国土もヨーロッパとアジアにまたがる。広さは日本の約2倍(人口は日本の約2分の1)。その97%はアジア側のアナトリア半島にある。このアナトリア半島の付け根に位置する、地中海沿いの町アダナ(ADANA)に降りた。ここから北東に約60km行ったところに、トルコ政府と日本政府が共同で進める「半乾燥地域農業開発現地実証調査プロジェクト」のプロジェクトサイトがある。



トルコ最大の綿花栽培地帯・チュクロヴァ平原

「アダナ」と聞いても、普通ピンとくる人はいないだろう。かの湾岸戦争の際、多国籍軍がトルコ側からイラク軍をにらみ、そしてイラク空爆の出撃基地としたNATO空軍基地「インジルリック」のある町と言えば、ピンとくるだろうか。トルコはNATOの加盟国である。

クルマでアダナ市街から目的のプロジェクト サイトに向かう。10月も末だというのにやたら暑 い、Tシャツ1枚でも十分なくらいである。

すぐにインジルリック基地の横を通過する。 戦闘機・爆撃機・兵員輸送用へりの機体が鈍い金 属色を不気味に放つ。 しばらくすると、うって変わって、のどかな田園風景が目の前に現れる。360度、どの方向にも農地が広がる。ここはトルコ最大の綿花栽培地帯として知られるチュクロヴァ平原(注1)である。綿花摘みは、女性と子供が中心である。そのすぐ横の道路を時折、トラックがものすごいスピードで走りぬけていく。綿花を詰めた大きな麻袋を満載しており、いくらかの綿花が綿雪のように舞う。そう言えば、何度もノーベル文学賞にノミネートされたトルコの作家ヤシャール・ケマル(Yasar KEMAL)は、その作品の中で、このアダナを中心としたチュクロヴァ平原の綿花畑で働く季節労働者たちの暮らしぶりを淡々と描いたのだった。

綿花畑は確かに多い、だが予想していたほどではない。収穫がほぼ終わろうとしている時期だから実は当然なのだが、またトウモロコシ畑も多い。こちらの方は綿花畑とは対照的に機械化が進んでいる。大型のハーベスタが広大な畑をアッという間に裸にし、横で眺めている者の視界を広げる。

平原を見渡すと方々から煙が上がっている。 冬小麦の播種に備えて、収穫を終えた綿花畑やト ウモロコシ畑を焼いているのである。夕方ともな ると、炎も見え、火事と見まがうばかりの情景に なるらしい。収穫後の畑に落ちるトウモロコシの 実や草を食む羊、ヤギの姿も見られる。



GLOBAL 節水型農業のノウハウを蓄える INDEX

INDEX



ボスポラス海峡をはさんでヨーロッパとアジアに またがるイスタンブールは、さらに金角湾 (写真 上手前) によって新市街と旧市街に分かれている



試験栽培データ、農業基礎技術、経営ノウハウ を蓄積する「実証農場」

目的のプロジェクトサイトに到着した。入り 口の大きな看板には、「THE TRIAL AGRICUL-TURAL DEVELOPMENT PROJECT FOR SEMI-ARID AREAS」の文字、トルコと日本の国旗、 「JICA」と「TIGEM」のロゴマークが描かれてい

る。このプロジェクトの実施 機関は、日本側が国際協力事 業団 (JICA)、トルコ側が農業村 落省・農場経営総局 (TIGEM) である。

プロジェクトサイトと言っても、それは大きな農場である。ここで働くJICA専門家の小村浩二さん(コーディネーター)、中川襄二さん(かんが

い)、雨宮毅さん(果樹) から、このプロジェクトの概要について聞いた。

「簡単に言えば、かんがいを取り入れた半乾燥地域での農業技術の改善ですね。かんがい技術を導入しながら、畑作・野菜・果樹などの栽培を実証的に試験し、基礎的な農業技術を蓄積する。経営面からのデータの蓄積も図るということです」(小村さん)

こうした目的を持った実証農場である。この実証農場は「TIGEMチュクロヴァ農場」の一角を借りて運営されている。"一角"と言っても、TIGEMチュクロヴァ農場の農業用地全体の広さが約4,000haで、約70haもの圃場を借り受けている。スタッフは現地スタッフを含めて10名、農場労働者が20名前後、全体で約30名がこの農場で働く。現地スタッフおよび農場労働者の給料は、基本的には、ここで生産された農作物を市場に出荷し、その売り上げでまかなわれるという。半乾燥地域において、どんな作物、どんな品種が栽培可

能かを探るだけでなく、それらが実際に市場性が あり、それらを栽培することで農場経営が成り立 つかをも実証的に調べていこうとする試みなので ある。

プロジェクトは、トルコ政府からの要請に日本 政府が応える形で1989年9月、JICAの農業開発協 力事業としてスタート。1994年9月までの5年間の

プロジェクトとされた。ところが、途中、湾岸危機一湾岸 戦争が起こったり、果樹の試験栽培のデータを正確に収集するにはもう少し時間が必要ということで、1996年9月までと2年間延長された。そして今、実証調査は最後の締めくくりの段階に来ているのだという。



ところで「半乾燥地」というのはどんなところ をさすのか。というのも、ここチュクロヴァ平原 はそれほど乾燥しているようには見えないから だ。

この点について、かんがいの専門家である中川 さんは、自ら測定した降水記録を示しながら、次 のように説明する。

一般に、年間降水量からのみ気候を区分するなら、250mmを下回る地域が「乾燥地」、250~500mmの地域が「半乾燥地」、500~1,000mmの地域が「半湿潤地」とされる。

「ここアダナ県の年間降水量は600~1,000mm。ですからトルコ側は半湿潤地として規定しています。しかし、乾燥度は、同じ降水量でもその頻度や季節分布、蒸発散の程度、土壌特性や植物被覆の程度などによって見なければなりません。少なくとも、ここは夏、乾燥地並みの条件に置かれます」



チュクロヴァ平原を流れるジェイハン川 他の地域よりかんがいが進んだこの地は、トルコ有数の農業地帯に成長した

気候区分に関して、日本側とトルコ側の間に は若干の認識の差があるものの、ここアダナは、 半乾燥地域での農業開発現地実証調査のためのサ イトとしては十分な条件を備えているという。

半乾燥地での農業経営の成否は、言うまでもなく、まず「かんがい」にかかっている。そこで、この実証農場では「節水型かんがい」と呼ばれるかんがい方式を採用している。

この地域はトルコの他の地域と比べて、かんがいは進んでいる。この平原を流れるジェイハン川の上流にはアスランタシュダムが建設され、広大な平原のそこかしこには、コンクリート製のU字管のようなかんがい用水路が走っている。それゆえに、ここチュクロヴァ平原は、半乾燥地でありながらトルコでも有数の農業地帯にまで成長したのである。ここでのかんがいの方式は、かんがい用水路から水を引いてきて、畑の畝に流し込む「ボーダーかんがい」である。

これに対して、実証農場では、貴重な水をより有効に活用する「節水型かんがい」を採用しているわけである。

農場内にポンプ場を設ける。圃場の真ん中を 横切るよう配水管を配する。水は、この配水管を 通じて「ドリップかんがいシステム」や「自走式 大型スプリンクラー」に送られる。ドリップかん がいとは、作物の根元に必要水量を与えるシステム。自走式大型スプリンクラーは広い畑を全面散 水するための最新鋭スプリンクラーである。

クボタはこのポンプ場のポンプ (5台) およびポンプ周りの配管設備、自走式大型スプリンクラー (3台)、ドリップかんがい用資機材を納入しているのである。また、現地スタッフに対するポンプ施設の機械操作や保守にかかわる技術指導などを通じ、ここでの「節水型かんがい」の実現にひと役買っているのである。



実証農場のポンプ場に設置された5台のクボタ製ポンプ 大型3台は畑地用、小型2台は果樹関用である

大型スプリンクラーとドリップかんがい

圃場へ案内してもらうと、ブロッコリー畑の中に、グライダーの翼を連想させるような巨大なブーム状のノズル装置が浮かんでいる。そこから水が霧状に吹き出し、ブロッコリーの葉と土を濡らしている。ノズル装置はゆっくりゆっくり一定のスピードで動いている。

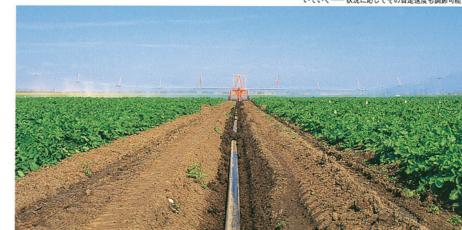
一方、今、農場で働くほとんどのメンバーは 別の畑で大根の収穫に大忙しである。立派な大根 だ。大根は、このプロジェクトですでに大きな成 果をあげている作物のひとつだ。もともとトルコ に丸型の小さいダイコンはあるが長根の大根はな い。こんな大きなダイコンはない。初めて市場に この大きなダイコンを出した時、市場関係者は、 開口一番、「成長ホルモンを使っているのだろう」 と言ったという。しかし人気は上々で、今では一 流ホテルやレストランでどんどん消費されてい る。「JAPON TURPU DAIKON (bigo)」(日本ダ イコン・大根〈ビゴ〉) として商標登録も済んでい る。事務所にはプロモーションのためのポスター も貼ってある。面白かったのは、ポスターに大き な文字で「HORMONSUZDUR」(ホルモン不使用) と印刷されていること。トルコの消費者は未だに あの大きさが信じられないらしく、この表現を大 きく入れておく必要があったのだという。

野菜の試験圃場では、この他にトマト・ブロッコリー・メロンなどの栽培試験も行われている という。



大根畑ではちょうど収穫の真最中 この、トルコにはなかった"巨大なダイコン"も実証農場の成果のひとつだ

実証農場にクボタが納入したかんがい施設のひとつ、 自走式大型スプリンクラーが、広範囲に霧状の水をま いていく―― 状況に応じてその自走速度も調節可能だ



GLOBAL 節水型農業のノウハウを蓄える

果樹試験圃場で現 地スタッフの指導 にあたっていた JICA専門家雨堂



アダナからアタテュルクダム

に広がる平原は次第に半乾燥

へ向かう途中、トルコ南東部

アダナの北西200km、アナトリア

高原中心に位置するカッパドキア

アダナ近郊はトルコ有数のリンゴの産地としても有名だ やや小振りのリンゴが山のように積まれていた

畑作試験圃場では、小麦・大豆・トウモロコシ・ ナタネ・ヒマワリなどの栽培試験が行われている。

果樹試験圃場では、キウイフルーツ・モモ・ スモモをはじめとして、イチジク・リンゴ・柿・ ナシ・ザクロ・ビワ・アンズ・ブドウ・ネクタリ ン・桜桃などの木が植えられている。目を引いた のはちょうど実が色づき始めていた柿。どの果樹 も根元をチューブが這っている。ドリップかんが いである。

なお、これらの作物はいずれもトルコでも栽 培され、市場では日本と違いキロ単位で売られて いる。ここで試験栽培されているのは、同じ作物 でも違う品種、ひとことで言えば付加価値の高い 品種である。

たとえば、ナシ。言わゆる西洋ナシが栽培さ れ、売られ、消費されている。では「二十世紀」 はどうか。ちゃんと実をつけるか、トルコの消費 者から受け入れられるか…。トルコのリンゴは総 じて小粒で甘みも少ない。では「ふじ」や「つが る」はどうか…。柿もトルコにはある。ただトル コの柿は渋柿と不完全甘柿(注2)で、ふつう買 ってきたものをすぐには食べず、家でしばらく保 存しておき、柔らかくなった頃に食べる。それで は買ってすぐ食べられる完全甘柿ならどんなにか 喜ばれるに違いない…。大根並みに信じてもらえ ないかもしれないが、文字どおり巨大な「巨峰」 はどうか…、と。

新しい農業経営の形を探る

こう見てくると、このプロジェクトは、半乾 燥地でとにかく栽培できる作物・品種を探すだけ というような消極的なものでないことが、わかっ てくる。半乾燥地における栽培技術やかんがい技 術の「改良」に力点が置かれているのである。つ まり、チュクロヴァ平原さらにはトルコにおける 農業経営の新しいあり方を探るという、プロジェ クトのもうひとつの狙いも見えてくる。

こうした狙いは、特に、このプロジェクトの 直接のパートナーであり、地元農業に指導者的役 割を果たしている「TIGEMチュクロヴァ農場」の スタッフたちから強く意識されている。同農場の 農場長ユヌス・タンルヴェル (Yunus TANRIVER) さんのこんな言葉が印象に残る。

「私たちの農業は決して遅れているわけではな い。しかし、さらに良くするためには…、もっと 発展させるためには…と努力しているのです。ヨ ーロッパへの輸出も考えながら…」 トルコでも有数の農業地帯であるチュクロヴ

P計画のひとつ、アタテュルクダム 総貯 量487億トンという巨大な施設が、今後のト ゴ東部のかんがいに大きな役割を担っていく

ァ平原。ダムや河川の整備を進める国家水利庁 (DSI) ジェイハン支部によれば、すでに確保して いるかんがい用水量はこの地域の全耕地の約80% をカバーしているという。現在のところ、水は十 分足りている。しかし、かつての綿花栽培一色だ ったこの平原の田園風景も今、徐々にその姿を変 えようとしている。綿花に代わる新しい作物の栽 培を試行錯誤で探っているのである。新しい作物 の栽培にはより多くの水を必要とするだろう。ア ダナから西へ60km行ったところには、国際港湾 都市・メルシン (Mersin) もある。EUの関税同盟 へのトルコの加入も近い (注3)。 そう遠くない将 来、実証農場で試されている、商品価値の高い、 新しい野菜や果物を栽培する技術、あるいは「節 水型かんがい」の技術が、この地で大きな意味を 持つようになることは間違いない。

GAP計画とアタテュルクダム

小村さんは、次のようにも言う。

「このプロジェクトの実施に関して、トルコ政府 はGAP計画を念頭に置いているようです」

GAP計画というのは「南東部アナトリア開発計 画」(Guneydogu Anadolu Projesi) のこと。トルコ 南東部8県、つまりここアダナ県より東の地域の 総合開発計画である。13のかんがい・発電プロジ ェクトを中心とする。トルコ政府が進めるさまざ まな開発計画の中でも最大規模のプロジェクトで

トルコでは一般にこの南東部は"東部"と呼 ばれる。民族的にはクルド人たちの居住地域であ る。平均所得はトルコの全国平均の半分以下。農 業就業人口の比率は70%と高い。トルコでもっと も開発が遅れた地域とされる。この地域は「年間 降水量が200~300mmで、蒸発散も多く、まさに半 乾燥地域」(中川さん) だ。かんがい普及率は低 く、農業生産力も著しく低い。

そこで、トルコ政府は以前より半乾燥地域の ための農業技術に大きな関心を寄せてきた。この 「半乾燥地域農業開発現地実証調査プロジェクト」 で開発された技術やノウハウを"東部"に移転で きないか――このような狙いもトルコ政府にはあ るようだ。

ところで、意外に知られていないのだが、か の古代メソポタミア文明を生んだチグリス・ユー フラテス川はこのトルコ南東部を源流として、イ ラクへ、あるいはシリアを経由してイラクへと流 れている。つまり、半乾燥地でありながら、実は 非常に豊かな水資源を抱えた地域でもある。

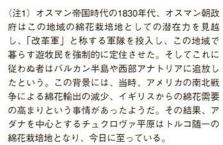
GAP計画というのは、言い換えれば、この豊富 な水資源の利用計画なのである。22のダムおよび 19の水力発電所の建設により、170万haのかんが いおよび年間273億kWhの発電を計画している。 ただし、この計画は70年代より掲げられたが、実 際に動き出したのは80年代に入ってから。すでに 完成したダムはユーフラテス川源流にあるカラカ ヤダム、ケバンダム、アタテュルクダムのみで、 他は手つかずに近い。アタテュルクダムからシャ ンルウルファという町までのかんがい用水トンネ ルは昨年ようやく完成したという。まだまだこれ からという観は否めない。

ユーフラテス川の源流で満々と水を湛えるア タテュルクダム。そこを訪ねて実感した。---こ うしたダムによる貯水やかんがい用水路の建設な ど "基幹かんがい施設" の整備の立ち遅れこそが、 "東部"をトルコ全体の発展から取り残した大き な原因ではないのか、と。また、「半乾燥地域農 業開発現地実証調査プロジェクト」の成果を"東 部"に移転できるかどうかは、すぐれてGAP計画 のこれからの進展にかかっているのではないか、 とも

最後に「このプロジェクトで得た貴重な知見 を、トルコの半乾燥地域に限定せず、世界のさま ざまな半乾燥地域での農業開発に活かしていこう と考えています」と小村さん。

地球的規模での気象異常、人口増加、砂漠化 現象、食糧危機…。今後、さまざまな理由から世 界の乾燥地、半乾燥地での農業開発が求められる だろう。なかでも半乾燥地での農業開発が重要視 されるに違いない。そして、この農業開発をめぐ る国際協力事業のテーマともなるだろう。そうし た事業に日本政府、日本の企業がどのように参画 していくか。――このプロジェクトはその着実な 足がかりとなるだろう。

(GI-IV-1)



また、1940年代、新種の綿花がはいり、トラクタが 導入されると、この地域の農業は著しく綿花栽培に 特化する傾向があらわれたという。

(注2) 種が十分ある果実は甘いが、種が少ない果実 は種のない部分が渋い。アダナの青空市で売られて いるものは、ほとんどが一部分渋い果実である。

(注3) 欧州連合 (EU) の欧州議会は1995年12月13日、 欧州とイスラム圏を結ぶ初の経済的きずなとなるト ルコとの関税同盟を承認。この同盟によって、EUと トルコの貿易は原則として無関税となる。



この市場でも子供たちは一生 命、そして明るく働いていた



親日家が多いというトルコ――優し い人々に数多く接することができた







牛来金治郎さん

平成の大冷害でも頑張った稲 (反収450kg)

牛来さんは、かの地で篤農家としての評も高く、また"おいしい米づくりの名人"として知る人ぞ知るという人物だ。2町5反(2.5ha)の水田を耕作する専業農家で、元相馬クボタの社員。手前味噌と言われそうだが、そうではない。

平成の大冷害において、福島県全体の作況指数は61、牛来さんが農業を営む「浜通り地区」では作況指数は49(図A参照)。もちろん戦後最低の記録だ。その中で、牛来さんは、コシヒカリで反収450kg(10a当たりの収穫量)という例年と大差ない収穫をあげ、周囲を驚かせている。この地区では例年のコシヒカリ平均反収は約480kg、この年は約240kgにまで落ち込んだ。イモチ病や障害不稳が多発する中で、牛来さんの稲は頑張った、とにかく冷害に強かったのである。

その秘密は、ひと言でいってしまえば、独自 の土づくりと徹底した有機栽培にある。

「ここ相馬地方には、麦は肥料で作れ、稲は土で 作れ、という諺があります。この土づくりと有機 栽培という昔ながらの農の基本を、私は忠実に実行しているだけです。それが結果として、災害に強い稲を育てることになっているのだと思います」

このあたりは、かつて相馬藩が治めたところ、 "相馬野馬追い祭り"で有名な地だ。実は、この 馬と牛来さんの土づくり、有機栽培とは切っても 切れない関係がある。



図A 福島県の1993年作況指数(福島統計情報事務所) (日本農業気象学会編、財農林統計協会発行「平成の大凶作」 より)

馬と堆肥づくり、土づくり

田圃へ案内してもらった。牛来さんはまず稲株 (刈株)を引き抜き、「どうです、大きいでしょう」と。根は大きな土をつけている。根がしっかり張っているのである。他の田圃の稲株と比較すると、その違いがよくわかる。茎も太く、たくましい。

有機栽培による 稲株(左)と通 常の稲株(右) 有機栽培に よるははりし 大きな土をつけ ている



1坪当たりの株数は60株、千粒重(米千粒当たりの重さ)は22g。このあたりでは坪当たり株数が70株で、千粒重は20gが平均だという。つまり1株当たりの面積を多めにとってやり、根を広く深く張らせ、茎太の稲を育て、大きめの米粒を稔らせてやるという工夫がなされているのである。

こうした工夫ができるのも、やはり丁寧な土づくりがあってのこと。耕うんは秋は浅く、春は深くの年2回。秋は切りワラが隠れる程度に浅く耕し、春には16cmの深耕を行い、堆肥を1反(10a)当たり2.5トン投入するという。この堆肥づくりにも牛来さん独特の工夫がある。田圃から歩いて5分ぐらいのところにある馬の厩舎に案内された。

聞けば、そこは馬の肥育場。オーナーは牛来さんの友人。引退した競走馬を引き取り、これを馬肉用に肥育する。このあたりには野馬追い祭りのために馬を飼っている農家も多いとのことだが、ちょっと違う。しかし、地域の伝統文化、そして人々と馬との密接なつながりがあってこその面白いビジネスだ。厩舎には100頭ほどの馬、かつて競馬場で万雷の拍手を浴びた競走馬とは思われないような、どっしりとした体型をしている。「なるほど肥育か…」と妙な感心をしてしまう。

牛来さんはこの肥育場とタイアップし、独特の堆肥づくりを行っているのである。厩舎にモミガラを敷いてもらう。藁尿とモミガラは見事に混合される(蹄耕法の厩舎版)ので、その後の発酵はスムーズに進む。牛来さんはさらに、これに米ヌカを混ぜ合わせ、ねかせ、完熟堆肥に仕上げる。米ヌカは、町のスーパーマーケットなど7カ所に設置したコイン精米機から回収したものを使っているという。



「コイン精米機を7台も設置したのは米ヌカが欲 しかったから。私は、米ヌカというものは稲にと って母乳のようなものと考えています」

「稲にセーターを着せてやる」

牛来さんは、水管理についても面白い表現を 使う。

「私たちは寒くなれば、セーターを着るでしょ 稲にとっての水は人間のセーター

と同じですよ」

低温下では、水温は気温より高くなるのである。あの大凶作の年、 牛来さんは深水管理で稲を守っている。穂が出る前の45日間(幼穂 形成期を含め)は、稲がもっとも 低温に弱い時期だ。この時期、牛 来さんは最大20cmの深水管理を実 行したという。

もちろん深水管理=深水かんがいの保温効果については広く知られており、農業書を紐解くまでもない。ただ、1993年には、専門家

の間ですら、深水かんがいの効果を疑問視する声も聞かれたという。水温は平年に比べて4~5℃も低かったからである。結果的には、深水かんがいの保温効果はあの異常低温下でも力を発揮した。東北各地の農業試験場で、稲にとってのセーターの役割が明確にわかる水温、気温との温度差が記録されている。牛来さんの判断と対応は正しかったわけである。

牛来さんは、この点に関しても、もう一度 「昔ながらの農の基本を守っただけ」と繰り返す。

しかし一般に、最近では、この深水管理を実行しない農家が多くなっている。稲の生長にとって、とても大切な時期、幼穂形成期も、浅水のままやり過ごす農家が多くなっているという。稲は南方から渡来した植物で、栽培が北進するにしたがって低温に対する抵抗性も付与されてきた。いうなれば冷害との闘いであったわけだが、きめ細かな水管理の必要性も「東北の稲作」の厳しさを象徴している。

深水にするには高い畔(あぜ)が必要だ。畔が崩れたり、水が漏れたりすれば、深水管理はできない。牛来さんは畔ぬり機を用い、25cmにまで畔を上げる。漏水を防ぐため、それをビニールシート(畔シート)で覆う。また、排水口には水深を調整する特製の水止め板を使っている。排水口の水止め板の幅を1枚5cmとし、板の数で水深を調整する仕組みで、牛来さんのオリジナルアイディアだ。

「省力はいいが、省略はダメ」

たとえばこの深水管理の意義、効果を、少なくとも古くから農業を営む年配の人たちは知らないはずはないだろう。土づくり、堆肥づくりの大切さについても然りだ。だが、畔を十分に高くし、きめ細かな水管理を行う、あるいは丁寧な土づくり、手間をかけての堆肥づくりを実践するには、相当の労力と時間が必要とされる。今日の農業の現状を考えた時、牛来さんの言う「農の基本」がどこかに置き去りにされたとしても、それはある意味で仕方がないような気もしてくる。ましてや

经非常严重

水深調節のため牛来さんが 考案した排水口の水止め板 ――幅5cmの板(1カ所に4枚 の枚数を増減させることで、

2町5反歩の水田を耕作している牛来さん、6町までならひとりで やりきる自信があると話してくれた――機械化のなせる技とも



GLOBAL 異常気象に動じない稲づくり

INDEX IV

牛来さんが実践する完全有機栽培となると…。

牛来さんが有機栽培を始めたのは、今から10年前。そのきっかけは食味計の登場だったという。 米のおいしさ具合が機械で計測できてしまう、数値で表される。その時「これからの米づくりは質=味で勝負するしかない、と確信しました」と。 実際、有機栽培米はおいしい。化学肥料米と比べて、一般に5~6ポイントの差がでるという。牛来さんの有機栽培へのこだわりとは、実は、おいしい米づくりへのこだわりなのである。

かつて、全国各地から米を取り寄せて、食味を計測したこともあるという。結果は、全国的に評価の高い新潟米が80、地元福島浜通りの米が70、 牛来さんたち(牛来さんは何軒かの農家と有機栽培米グループを作っている)の有機米が90。 牛来さんは胸をはる。

有機栽培米はおいしいが、手間がかかる。この手間の問題についても、聞いた。牛来さん、曰く「省力はいいけど、省略はダメということです」。 農業機械はどんどん取り入れるべきだ――そうでないと有機栽培であれなんであれ、現実問題として農業経営が成り立たない――、だが、米づくりの基本、重要なポイントは省略してはならない。 手間の問題は機械化で十分克服できる、今の日本の米づくりの本当の問題点はこの "省略" にこそあるというのが、牛来さんの意見だ。



米づくりへ"ソフト"支援

福島県では、ここ何年か「土づくり1・2・3運動」というキャンペーンが熱心に展開されているという。「1」はトラクタのスピードを1速遅くしよう、「2」は秋と春の年2回の耕うんをしよう、「3」は耕土を今より3cm厚くしよう、というもの。深耕と丁寧な耕うんの奨めである。作土が深ければ根は広がり、養分や酸素の吸収が良くなり、強い稲が育つ、という稲づくりの基本だ。ただし、牛来さんは「それだけではダメだ(有機質を加えてやらねば意味がない)」と譲らないが…。そして、こうしたキャンペーンは何も福島県に限ったものではなく、今、全国各地で展開されているという。

専業農家の減少で親から子へ稲作技術がちゃんと伝承されない、そしていつの間にか、数々の米づくりの基本が忘れられつつある。とするなら、誰かが米づくりの、この言わば"ソフトウェア"を提供していかねばならないだろう。福島県の土づくりキャンペーンにはそうした意味合いがある。

農機メーカーとして日本農業とともに歩んできたクボタもまた、1994年より「ガンバレ、稲作」キャンペーンを展開中だ。異常気象の続発、米市場の部分開放など、稲作を取りまく厳しい環境に対応した農家への支援強化策として、優れた米づくりのための技術指導を積極的に推進している。農業の原点に戻って「足腰の強い米づくり」の実現を支援するのが狙いだ。

牛来さんは日本の農政や農家そのものに対しては、実は、相当に厳しい意見の持ち主だ。かつて農民作家・山下惣一さん(注1)が訪ねてきた際には、この点について大いに意気投合、一晩飲み明かしたという魅力的な人物である。今はそれを再現できないのは残念なのだが、いずれにしても、日本の農業は、外側から押し寄せる厳しい状況に対応するだけでなく、内側からの自己変革が求められている。

20年におよぶ減反政策、農業離れ、農村の高齢 化、突き進んだ兼業化。それらは"農業基本技術 の忘却"を招いた。平成の大冷害ではこれが被害 を深刻化した。災害に強い稲作というなら、農の 基本を大切にしなければならない。牛来さんはこ う強調する。

(GI-IV-2)

(注1) 作家。佐賀県で稲、ミカン、タバコを栽培する農民でもある。第13回日本農民文学賞、第27回地上文学賞受賞。『滅反神社』で直木賞候補。『日本"村"再考』『いま村は大ゆれ』『一寸の村にも五分の意地』『ひこばえの歌』『いま、米について――農の現場から怒りの反論』など著書多数。

※参考文献: 『平成の大凶作』(日本農業気象学会編、農林統計協会発行)

GLOBAL INDEX V

PROPOSITION TO THE NEXT CENTURY



[21世紀への命題]

自然災害と環境整備

〈寄稿〉

阪神・淡路大震災を契機に、多くの人々が自然災害に対し改めて強い注意を向けるようになったことは間違いないだろう。しかし一方で、時間の経過とともに、震災直後の教訓が薄れつつある状況も否定できない。

地震に限らず、暴風雨、水害、干ばつ等、我々は常に自然災害の脅威に曝されているにもかかわらず、皮肉なことに、平和な日常が長く持続すればするほどそれら脅威への備えはおろそかになりがちだ。あれほどの犠牲者を出し、現在もなお復興途上にある先の大震災の記憶すらしだいに薄れつつある現実は、そうした傾向をさらに説得力あるものに感じさせる。だが、言うまでもなく、我々はそうした

傾向を人間の性として受け入れていってはならない。新たな災害の たびに、新たな教訓が生まれるということに甘んじていてはならない。繰り返してはならないのだ。これまでに人類が得た数多くの教 訓から、いかに多くのことを学びとり、探求し、来たるべき災害へ の備えとして昇華していくか、それこそが平和の間に我々が努める べき日常である。

今、手にする教訓が指し示すもの――京都大学防災研究所の亀田弘 行教授(土木工学)、マサチューセッツ工科大学の利根川進教授(分 子生物学)、クボタの飯塚幸三専務取締役から、それぞれの異なる視 点で寄稿していただいた。



Viewpoint 1 社会的視点

「安全な社会」を目指して

1はじめに

阪神・淡路大震災の衝撃から1年が過ぎようとしている。これまでわが国の地震対策は主として構造物を強固に造ることにより達成されると考えられてきたが、直下地震による強大な地震動のもとでは、ハードな対策も、総合的に行われるべき地震対策の一部に過ぎないことが明らかにされた。筆者が専門とするライフライン地震工学・地震危険度解析・防災情報システムなどの工学分野の問題にしても、それらを今後の社会の安全性総体にどのように結びつけるかが問われている。こうした認識に立ち、本稿では、「安全な社会」を目指して今後行われるべき取り組みの視点について考察することとしたい。

2.現代都市圏への警鐘としての阪神・淡路大震災

明治以来、500人以上の死者を出した直下地震は兵庫県南部地震を含めて6回ある。約20年に1回の割合である。全国のどこかでという視点に立てば、その頻度は決して低くない。これに関東、東南海、南海の3回のブレート間巨大地震が加わる。この震災は全国のどこでもいつでも起こりうることを認識しなければならない。

特定の活断層に注目すると、それが活動する平均時間間隔は千年のオーダーに及ぶから、これによって都市圏が直撃される事態は典型的な「低頻度巨大災害」である。しかしながら、千年に一度という表現はしばしば誤解を生む。これを人間活動の時間スケールで表すと、50年間の発生確率が5%程度であることと等価である。この確率を小さいとして無視するか、無視できないとして「これだけは守る」と戦略的な決断をするかは、人間の側の問題である。

前回の都市直下地震である福井地震から兵庫県 南部地震までの47年間に耐震技術は長足の進歩を 遂げた。しかし、その成果を社会に還元するため には安全への投資の積極的な意志決定と膨大な時



亀田 弘行

防災研究所約

略歴/昭和14年生まれ。38年京都大学工学部卒、同大学院工 学研究科土木工学専攻博士課程修了。工学博士。 京都大学工学部助教授を経て、61年より現職。

土木耐震構造、ライフライン地震工学、防災情報システムを専攻分野とする。

44年土木学会賞論文賞受賞「地震時における最大地動の確率論 的研究」。平成3年第16回交通図書賞受賞「土木構造物の診断」。 著書(共編著)「確率・統計解析」(土木学会編)、「鉄道事例に みる土木構造物の診断」(山海堂)等 間の蓄積を要する。この制約下で、個別技術の進歩が都市全体の安全性向上に必ずしも結びついてこなかった現実を、今回我々は思い知らされた。これは阪神地域だけでなく、全国の都市圏が抱える共通の問題であり、多大の犠牲のうえに阪神・淡路大震災が発した警鐘である。特に、古い構造物の耐震強化が急務であり、技術的対応だけでなく、社会的取り組みが重要である。

3.複合都市災害の構造化と防災課題

地震後の約2カ月の間に、50人ほどの多分野の研究者が集って1泊2日のワークショップを2度行い、今回の災害をできるだけ包括的な視点で捉え、その構造化を行った(**)。その結果、個々の防災課題を体系化すると、それらは物理的課題、社会的課題、およびそれらをつなぐ要素としての情報課題が時間の推移とともに提起されるという構図が浮かびあがってきた。

物理的課題は、構造物が壊れたり、人が亡くなるなど、すべて現象としては「物理的」に発生する。それに対する事前対策が耐震設計や耐震工法であり、従来の耐震工学は、この部分を担ってきた。一方、これほどの直下地震になると、無数の社会的課題が起こり、避難所の問題、人々の心の問題など、多くの問題が噴出する。そして、これらの物理的課題と社会的課題を結ぶリンクとして情報の仕掛けが重要で、この点で、現在のシステムでは対応できなかったことが、今回の震災の対応を種々の面で困難な状況に巻き込んだ原因と考えられる。

これらの考察の帰結として、今後災害問題を考えていくにあたって忘れてはならない以下の共通 事項が認識される。

- (1)災害とは自然科学的な現象であると同時に社会 科学的な現象である。
- (2)防災対策には事前対策と事後対応の双方が必要である。
- (3)防災の要は情報処理である。
- (4)防災哲学を持つ必要がある。
- (5)防災は機能である。

震災を契機に多くの自治体で地域防災計画の見 直しが進んでいる。こうした総合防災の視点が今 後の実践的な計画の中に生かされることが望まれ る。

4.現代にふさわしい災害文化の構築に向けて

過去の災害経験が蓄積され、その結果人々に広く定着した自然への理解、防災の心構えとそのノウハウ全体を、「災害文化」と呼ぶ。かつては、災害文化は人々の日常生活の中に生きていた。例えば、頻発する水害に対し、水防活動やそこから培われる自然観が、河川沿いの地域社会の基本的な構成要素として存在した。ところが、一方では治水対策の進展、他方では社会の都市化に伴う地域社会の共同体的結びつきの衰退とともに、このような形の災害文化は次第に影をひそめるようになった。しかし依然として、災害文化の役割は重要

である。1993年の北海道南西沖地震の際に、奥 尻島の多くの人々が、10年前の日本海中部地震の 津波を思い起こして即座に高台に難を逃れた知恵 は、災害文化の典型的な例と言える。

災害研究の蓄積、防災技術の向上、そして防災 対策が積極的に行われた結果、災害発生の頻度は 着実に減ってきた。しかしこのことは逆に、災害 への関心から人々を遠ざけるという皮肉な結果を 招きがちである。また防災対策の専門化の傾向も、 防災は専門家に委せればよいとの考えを助長する。 これらはいずれも災害文化の形成を阻害し、その 継承を困難にする。

私たちの社会が日常的に自然災害の脅威に曝されることは少なくなったが、自然は稀に、私たちの受容力をはるかに超える力を及ぼしてくることがある。そのとき、社会の都市化が進んで災害の素因を多く抱え込んだ分、大規模な災害が発生する危険がある。阪神・淡路大震災は、このような災害文化の欠如の虚をついて襲ってきた。

今後、国、自治体、公共機関、ライフライン事業者などで防災対策の向上が進むと考えられるが、防災の水準が現代社会の状況にふさわしい災害文化として社会的に定着していくことが重要である。そのためには、個々の市民の中に安全に対する意識が根付くことが必要である。モノの防災だけでなく、地域のつながりや心の豊かさなどが、社会の安全性向上に役立つこと、こうした取り組みが続けられるところに新しい災害文化が成長することが期待される。特に、学校の初等・中等教育過程に、安全に対する正しい知識と実践の教科が組み込まれることが切望される。

5.むすび

阪神・淡路大震災後の日々は、筆者にとって、 災害研究者としての自己検証の過程でもあった。 被災地で震災の凄まじさを目に焼き付けた日々、 災害対応に関する情報処理ボランティア活動、震 災の教訓を捉えるための研究プロジェクトの立ち 上げ、ライフライン施設の復興と耐震化のための 各種委員会討議、国の防災基本計画の改訂や自治 体の地域防災計画の改訂と社会基盤施設の耐震化 計画の策定委員会での検討、筆者が所属する土木 学会の提言のための委員会討議、そして学生達と の討論と研究を進めた日々と、まことに怒濤のよ うな1年であった。社会の耐災性を高めるには、結 局は地道な努力を続ける以外に特効薬はない。こ の経験を社会的に風化させないよう、微力を尽く したいと思う。

(※参考文献)

文部省緊急プロジェクト「兵庫県南部地震をふまえた大都市 災害に対する総合防災対策の研究」報告書(研究代表者:亀 田弘行)、京都大学防災研究所、平成7年3月。

(英語版: Hiroyuki Kameda and Haruo Hayashi (editors): An Integrated Framework on Urban Disaster Countermeasures Based on the Hyogoken-Nambu (Kobe) Japan Earthquake of January 17,1995, March 1995)



この度の阪神・淡路大震災の痕を目のあたりにして思ったことは、自然のエネルギーは人間のそれに比べると、桁が違うということだ。我々人類は生物進化の究極的産物、即ち人間に備わった知能なるものをたくましくして、近代ハイテク産業を築き上げ、この地球の表面を諸々の人工物で変って来た。表面ばかりではなく、地球の重力を突き破って、月や惑星にまで探索を広げている。こうして、我々はいつの間にか自然に挑み、これをねじ伏せて人間に役立たせる、即ち自然を征服することが人類の進歩に繋がるという考えを持つようになってしまった。だからこそ、今度の震災のように、自然が時としてキバをむいて我々を組み伏せた時、『こんなはずではなかったのに』という一種のパラリシスの状態に陥る。

しかし一歩下がって冷静に考えてみると、「人間 が自然に挑んで勝利をおさめる。」などと言うこと が、いかに傲慢で愚かで、根本的に間違ったもの であるかということは明白だ。この広大な宇宙の 微小な一点に過ぎない地球というものに自然を限 ったとしても、この自然に人間らしきものが住み ついたのはごく最近のことに過ぎない。そもそも 人間、いや生物そのものの、この惑星上での発生 は、地球の特殊な自然環境に起因するわけで、将 来、人間も含めて生物がどうなるのかも、自然環 境次第で決まっていくわけだ。生物の発生と進化 など、宇宙の誕生と進化のスケールから見れば、 時間的にも空間的にも、誠に微細なことで、「人間 が自然に挑む」などという概念は、お釈迦様の手 の平の上で如意棒を振り回す孫悟空の如きものと 言ってもよいであろう。自然は強大で、我々は本 質的には自然の法則に従って生き、死んで行くの だという厳然たる事実を、基本的な哲学として強 く認識することがまず必要であろう。

このように自然と人間を対比すれば、人間の能力には明白な限界がある。しかしながら自然と調和して生きる為には、自然の法則を出来るだけ知る必要がある。幸い人間は、他の全ての生物とは異なって、科学という強力な自然解析の方法を持ち合わせている。これを利用して、自然環境の奥に潜む法則を発見し、時として起こる自然の猛威による危害を最小限におさえるという活動を、我々はこれまでも行ってきたし、これからも続けなければならない。たとえば、一昔前に比べると、最近の天気予報は、2~3日先の短期間に限られるとしても、よく当たるようになった。その結果、大雨や台風に対する備えはある程度可能になった

のである。

しかし、自然災害の中で、人間にとって最大の 脅威は、言うまでもなく地震とそれにともなう津 波や大規模な火災である。日本やアメリカをはじ め、先進国によるかなりの投資にもかかわらず、 地震発生の日時・場所・規模に関する短期予測は いまだ不可能であるらしい。これまでの研究で、 地震予知現象として、色々なパラメーターが提案 されてきたが、どれも実用には至っていないと聞 いている。地震を引き起こす地核内でのエネルギ 一の蓄積や放出の現象は、非常に複雑で、いわゆ る線型現象ではなく、カオス的なふるまいである 為、予測が大変難しいらしい。しかしながら地震 の短期予測は不可能であることが証明されたわけ ではなく、将来に向けての望みは残っていると言 う。そうであれば、当然のこととして、地震対策 の本命として、人類に残された道は引き続き基礎 研究を継続していくということであろう。幸い 「カオス(混沌)の中のパターン(秩序)」という 研究も盛んになってきており、いずれは地震を含 めて、複雑な自然現象の予知への道が開けるかも

もっとも、これは長期的な視野に立った災害対 策で、並行して、より短期的な対策が必要である。 地震に強い建物や交通施設、通信設備、上下水道 等の建設を可能にする技術開発は、もちろん重要 な課題である。さらに、今度の震災報道をアメリ カで接して強く感じたことは、自然災害に対処す る過程で起こる人災とも言える現象についてであ る。特にアメリカのように大統領の権限が絶大で、 軍隊が常時、半臨戦体制をとっており、また通 信・情報網が行き渡っている国に住んでいると、 今回の災害での対処の仕方はいかにも遅かったし、 救助活動の規模と迅速性も不十分であったと思う。 また被災した人々に対する各種救助も、もっと徹 底したものがあってもよかったのではないだろう か。世界第二の経済力を有するわが国において、 計り知れない物質的、精神的打撃を受けた被災者 たちが、かくも長期に亘って不自由な生活を強い られているのは、信じられないことである。

予知不可能な自然災害に対する人間の対処法に 王道はない。災害に強い社会資本の実現に必要な 技術をさらに開発し、その適用を徹底すること、 さらに、災害に備えての周到な援助・支援ブラン を用意し、不幸にも災害が起こった場合には、こ れを迅速かつ柔軟に、そして被災者の立場に立っ て寛大に実行することに尽きるだろう。



利根川 進マサチューセッツ

略歴/昭和14年生まれ。38年京都大学理学部化学科卒業。 米国カリフォルニア大学研究員、 バーゼル免疫研究所(スイス)主任研究員を経て、 56年米国マサチューセッツ工科大学教授。 免疫現象を遺伝子DNAの組み換え実験技術で解明、生命工学へ の貢献が大きく評価され、 58年文化功労章、59年文化勲章、62年ノーベル医学・生理学 賞を受賞。その他受賞多数。米国マサチューセッツ州在住。 現在、クボタのイメージキャラクターとして、 各媒体の広告で活躍中。

Viewpoint 2 科学的視点

基礎研究と技術開発による防災



Viewpoint 3

実践的視点

自然災害に耐え得る 社会へ向けての企業の役割



飯塚 幸三株式会社クボク 専務取締役・工学博士

略歴/昭和6年生まれ。昭和28年東京大学工学部卒業、 同年通商産業省に入省。 通商産業省工業技術院長、財団法人機械振興協会副会長を経て、 平成3年株式会社クボタに入社、同常務取締役に就任。 平成4年に専務取締役に。技術開発本部長、事業開発室担当。 人類がこの地球上で生存する限り、地域により程度の差はあるにせよ風水害、干ばつ、噴火、地震など天変地異に遭遇することは避けられない。それらは人間の生活を脅かし、ときにはその生存すら危うくする。それ故、人類は古代から自然の力を崇め恐れつつも、自然の変化に立ち向かい、それによって生じる災害、すなわち自然災害から身を守り、さらには自然を己の都合のよいように変えようとさえしてきた。

しかし自然の限界を克服したかに見えた高度な 文明社会も巨大な自然の力に対して至って脆弱で あることは、この度の阪神・淡路大震災を含めて 過去の災害の歴史からみて明らかである。そこで 現代社会に生きる我々は、自然災害から我々自身 と我々が築き上げた資産を守るすべ(術)を、原 点に立ち返って考えておかねばならない。以下で は人工物、あるいはそれらからなるシステムをこ の社会に提供する産業の立場から、自然災害に対 処していくためのポイントを示す。

「災害の予測・予知」

防災はどのような災害がいつ、どこで、どのような大きさで発生するかが判れば対策がとりやすい。しかし実際には多くの災害は不規則現象であって、その発生場所、時間、大きさや拡がりの程度が十分な精度で予測できるとは限らない。台風のようにある程度の針路予測のできるもの、津波や噴火の予兆のようにある程度予測が可能なものについては、今後さらに精密な予測方法を確立していけると思われるが、地震のように予知技術がまだ不十分な災害については、歴史上の記録、考古学、地質学などあらゆる知識を総動員して予測の精度を上げていかなければならない。

さらにもしも新たに災害が発生した場合には、その際に得られた知見の全てを将来の予測のために活かすよう努力すべきである。当社の場合、かねてより水道管の地震被害データの収集に協力しており、貴重なデータベースができつつあり、また屋根の風害なども調査し得る立場にいる。自己製品の被害情況とともに、災害の発生情況の調査に協力することはそれぞれの産業の社会的貢献として欠かせないものと考えられる。

「防災システムの設計」

予測される災害の程度(レベル)が決まれば、 産業としてはそれに耐え得る製品なりシステムなりの設計に入ることとなるが、その際にどの程度までの損害(被害)を許容した設計とするかが大事なポイントである。損害の許し得る程度をここでは防災レベルと呼ぶこととし、全く被害を生じないケースを防災レベル100%、考え得る最大の被害を生じるケースを防災レベル0%とすると、現実の人工物はその中間の値をとるであろう。

例えばある構造の住宅が震度6の烈震にさらされ

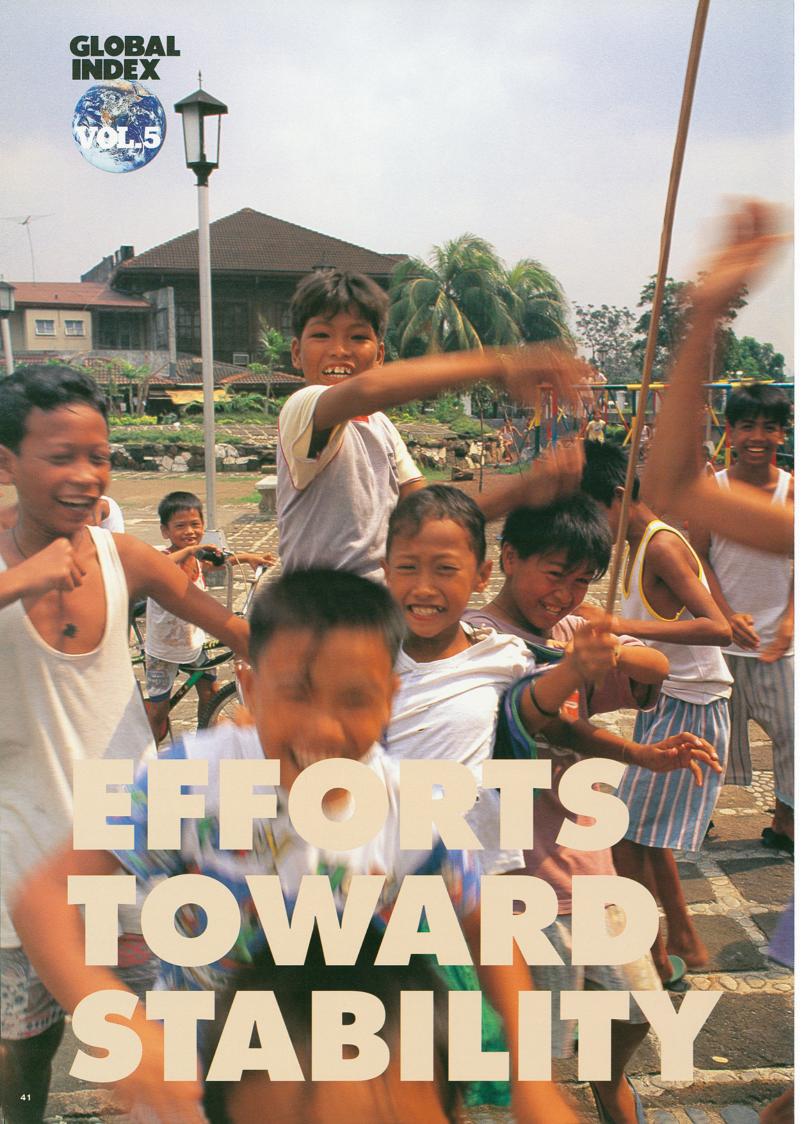
たケースを考えてみて、何の被害もなければ防災 レベル100%、倒壊してしまえば防災レベル0% とすると、恐らく多くの家屋では窓や屋根、壁の 一部に損傷が入ることは避けられず、細かい部分 部分までとりあげれば防災レベルは100%から大 幅に低下してしまうであろう。ここで大切なこと は致命的な機能に対しては100%を指向し、その 他の機能についてはレベルを下げることによって コスト的な制約に耐え得る現実的な設計を実現す ることである。一般に工学的な安全設計では機能 損傷の重大性の大小を考慮し、コストと安全機能 を両立させなければならない。考え得る最大レベ ルの災害に対して防災レベル100%とすること、 つまり被害0を実現することはしばしば現実的でな い。それよりも、過日の震災後に論じられてきた ように、部分的な損傷を許容しつつも大事に至ら ない、つまり致命的損傷を蒙らない設計を実現さ せることが大事である。それには信頼性設計にお けるフェイルセーフ的な発想が必要であり、機器、 施設などの単体もさることながら、それらを組み 合わせたシステム、さらにそれらをつなぐネット ワーク全体を見据えた安全設計を考えなければな

例えば冗長性の導入や分散型の配置が必要とな ろう。

「安全なシステムの実現」

上記のような考え方を基本に設計を行うとしても、実際に安全なシステムを実現するためには、さらに現実の機器なりシステムが設計どおり欠陥なく用意されていなければならない。このことはまさにそれぞれを提供する産業側の努力にかかっている。これまで日本の企業が得意とした高度な品質管理手法が大きな役割を果たすことは疑いない。今後も引き続き良き伝統を守っていくことが防災レベルの向上に役立つであろう。

さらに加えて、自然災害という稀にしか生じな い事態への対応という特殊性から、さらに二つの 視点が大事ではないかと思われる。第一に日常的 な機器、システムの保全性である。稀にしか使用 することのない機器、システム、ネットワークな どが緊急時に機能を発揮するかどうかが災害の大 きさを決定することになるから、日常的な点検、 保守が欠かせないし、またそれらは容易に行える ものでなければならない。第二は機器、システム、 ネットワークが万一被害を受けた場合の修理、再 生の容易性である。それらの設計の中では迅速な リペアラビリティ(修復可能性)についての考慮 を加えておくべきであろう。こうしてみると防災 上考慮すべき要件は極めて多重、多層的であり、 コストも含めた最適解に至る道程には未知の部分 も多い。今後、各分野の専門家の英知を結集し、 将来に備えていくべきものと考えている。



日常を 途切れさせてはならない

現在、人類が手にした科学・技術をもってしても、自然災害を未然に予知・阻止することはできない。 しかし、我々は持てる知識と知恵を駆使して、

来たるべき自然災害の被害を最小限に食い止める努力を継続しなければならない。

過去の災害を教訓にしながら、生活のあらゆる場面において、

改めて防災を基準にした環境整備の思想を徹底していくことが緊急の課題ではないだろうか。

災害時においても、日常生活を途切れさせないために――。

この号の編集作業も大詰めを迎えた1月、阪神・淡路大震災の一周 年を迎え、各マスコミで「震災その後」がさまざまな角度から報 道されていた。改めて震災の傷跡の大きさを再認識すると同時に、 復興への槌音もまた確かなものであると心強く思った次第である。 「GLOBAL INDEX」は今号で第5号を迎えることができた。当社の 存在感を社会との関係の中で見いだし、感動の共有と新しい企業 文化の創造に結び付けられればとの思いで毎号編集してきたが、 果たしていかがだろうか。読者の皆様のご支援に感謝すると同時 に、幅広いご意見、ご感想を期待している。

[取材協力] 敬称略/所属役職は取材時点

株クボタ/住宅建材技術部長 栗本 武雄 株/クボタ/住宅建材技術部技術課 課長補佐 瀬戸 正美 株クボタ/住宅機材企画部企画課長 磯部 光則

丸紅珠/マニラ支店 機械第二部 課長 佐藤 丸紅株/マニラ支店 フィリピン交通プロジェクトエ事事務所 吉迫 祐司 Republic of the Philippines Department of Public Works and Highways National Capital Region / Project Manager NONITO F. FANO F.F. Cruz Co., Inc. / Project Manager RICARD A. DEYPALAN, JR. Kubota Agro-Industrial Machinery Philippines, Inc./Marketing Manager RODOLFO H. TAMAYO Kubota Agro-Industrial Machinery Philippines, Inc./Manager VIRGILIO A. LEGISMA Kubota Agro-Industrial Machinery Philippines, Inc./Advertising & Promotions Manager LOUIE V. LOANZON 株/ウボタ/ボンブエンジニアリング部設計二課 副部長 間 保男 株クボタ/ボンブ営業第二部営業第二課 課長補佐 森田 秀一 株/ウボタ/素形材事業本部 技監 木川 冨男

株クボタ/素形材技術部技術第二課 課長 相場 勉 株クボタ/素形材企画部 課長 東尾 政信 株クボタ/量産鋳物営業部建設機材課 課長 川内 裕之 株/クボタ/大阪量産鋳物営業部長 高畑 圭佐

株クボタノ鉄管研究部長 岩松 潤吉 株/クボタ/鉄管研究部 主幹技師 岩本 利行 株 クボタ/鉄管企画部販売促進課長 戸村 株 クボタ/合成管技術部長 京免 純輔 株/クボタ/合成管技術部 副部長 坂口 真幸 株カボタ/合成管技術部 課長補佐 倍 秀樹 株クボタ/合成管技術部 課長補佐 木村 雅夫

国際協力事業団/農業開発協力部農業投融資課 課長 太田 光彦 国際協力事業団/農業開発協力部農業投融資課 課長代理 宮川 弘 国際協力事業団/国際緊急援助隊事務局 業務課長 川本 愛一郎 国際協力事業団/総務部広報課 課長代理 小野 修司 国際協力事業団/The Trial Agricultural Development Project For Semi-arid Area Coordinator 小村 国際協力事業団/The Trial Agricultural Development Project For Semi-arid Area Expert 内宫 国際協力事業団/The Trial Agricultural Development Project For Semi-arid Area Expert 中川 第二 国際協力事業団/The Trial Agricultural Development Project For Semi-arid Area Interpreter 方智 General Directorate of Agricultural Enterprises (TIGEM) / Cukurova TIGEM Institute Director VUNUS TANRIVER General Directorate of Agricultural Enterprises (TIGEM) / Cukurova TIGEM Irrigate Manager MUHSIN KUL TIGEM/The Trial Agricultural Development Project For Semi-arid Area Machine Engineer GALIP ATILGAN Devlet Su Isleri(DSI)/Asagi Ceyhan Ovasi Sulaman Isletme ve Bakim Sube Muduru 所長 IBRAHIM YALCIN 税ウボタノブロジェクト推進室かんがい緑化ブロジェクトチーム 課長 本間 連 株クボタノブロジェクト推進室かんがい緑化ブロジェクトチーム 係長 **椛野 伸夫**

福島県原町市 牛来 金治郎 株大阪クボタ/取締役 農機事業部長 村田 謙二 株大阪クボタ/堺営業所 主事 岸本 之則



●発行日/1996年4月1日 ●企画・発行/株式会社クホタ広報室・広告宣伝部 〒556 大阪市流速区数津東1丁目2番47号 ●制作/株式会社ユー・ビー・ユー ●編集/ネクサス ●デザイン/フラック株式会社 ●撮影/シンコムフォト ●印刷/株式会社シービー

●お問い合わせ先/株式会社クボタ TEL 06-648-2393 〈広報室〉 TEL 06-648-2613 〈広告宣伝部〉 〔非売品〕

