

「人口減少下のエココミュニティと水循環」

講師：丹保 憲仁氏（放送大学長 北海道大学名誉教授）

日時：2006 年 5 月 12 日（金） 18：30～20：30

場所：ノルドスペース セミナールーム（東京都中央区京橋 1-9-10 フォレストタワー）

1. 地球の水循環：水が一番速く回っている

実はずっと長いあいだ農業社会は、エココミュニティでした。それが近代を迎え、化石燃料を解放したエネルギー革命があり、非常に長距離に物を動かせることができるようになりました。農業から工業、そして金融の時代へと進み、経済が大きく成長してくると、どうも地球というのはあまり大きくないことに気がついた。17 世紀以降使っている化石エネルギーというのは、ご先祖様の貯金をとり崩しているわけですから、回ることはないわけです。回らないエネルギーを使って物を回しているというのが、われわれのいまの暮らしです。



さて、なぜ水循環が問題かということですが、実は地球上にあるもののなかで、一番速く回っているのが水なのです。水は、平均して 10 日間に 1 回まわっている。それが問題になってきたというのは、実は循環ができなくなってきたということなのです。食べ物であれば、排泄してそれを肥料にしますし、木材であれば 30 年に一回、回ります。その中で、循環は水が一番速い。太陽エネルギーで循環する水は、地球上の一番大きな物質輸送でもあります。地球から水がなくなるということは他の物はもうすでになくなっているということの意味していると考えて間違いがないでしょう。21 世紀が水の世紀だというのは、なにも水が大事だといっているのではなくて、水すらもあやしくなってきたというふうに理解すべきだと思います。

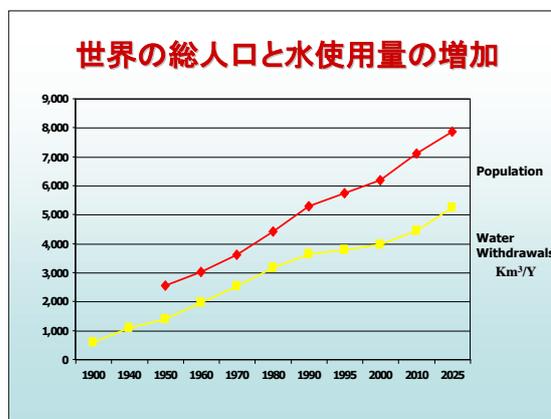
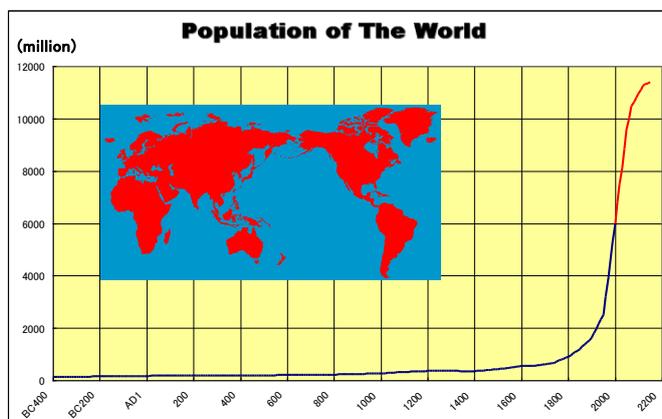
僕は水屋（みずや）ですから、何十年も前からそんな議論をしてきました。以前は、農業の水を持ってくるのは、国ができたり壊れたりするぐらい大変難しい話だった。でもそれがそうでなくなったのは、ついこの間だった。水道というのはいちばん良い水を、尿尿を流すのに使う。「下水が文明のバロメーター」と言いますが、嘘です。下水ほど水を乱暴に浪費するものはありません。しかしそれから抜けられないというのは、近代のわれわれ

の持っている性（さが）というのでしょうか、環境問題などと言いますけれど、下水道をやめようと言っている人はいません。国の予算もようやく下がり始めましたが、下水道は予算が上がりっぱなしです。

最近人口が減少してきたので、東南アジアから 200 万人もの人口を入れようと言います。日本は、人口が減少するところまで無理に無理を重ねているのに、人を入れたとしても、その人たちをわれわれと同じレベルで養うことはできません。われわれと同じレベルで受け入れることができない以上、そうした人たちを受け入れるべきではないと思います。

2. 人口減少社会：人口爆発のロジスティック・カーブ

世界の人口は、100 億で止まるか 110 億に行くか。地球上の歴史では、古代史と近代史は違った時代と考えるのが常識です。2000 年の人口をご覧ください。S 字を描いて人口が急増します。空間が閉じているときに S 字を描いて急増する、これを、ロジスティック・カーブと言います。ショウジョウバエがシャーレの中でどう増えるかを観察して発見された理論です。ちょうどその二分の一の所で、最大成長が発生する。今、世界が最高の成長速度で走っている。これをどう読むか。成長していると読むか、成長が停止して転換するのか、まさしくターニングポイントということです。ところがこの意識を、そのただ中にいる人間には感じられません。コペルニクスの時、地球が動いているなんて人間には感じませんでしたからそれと同じことです。



作成：丹保憲仁氏（以下同）

人口減少化社会について色々な議論がされている中で、外国人労働力を入れるかどうかは 10 年スパンの考えです。50 年スパンで見たら人口は、大変なことになります。特に、ドイツのトルコ人、フランスの北アフリカ人など移民は色々な問題を起こしています。移民導入後たった 40、50 年のことです。もし日本で移民を入れたら同じことが起こる。移民の子供に日本人と、同じ扱いをできるかどうか。できるなら移民を呼んだらいい。できないとしたら、我々が我慢するしかない。

一億のレベルで、人口が 100 年間で、数千万人落ちるなんていうのは、世界で最初です。中国では革命のたびに人を殺していますが、これは革命、戦争です。日本は戦争もせず、

飢饉にも遭わず、なんにもせずにあつという間に滅びるのです。これはやはり、環境が飽和してしまったのです。人口減少化社会になったのでしょうか。われわれ社会資本を投下しているといえば、例えば水道や下水道を作ったり、道路を作ったり、そういうことを恐らく、50年スパンで考える。そう考えると確実に人口減少を考えなければならない。そこで近代という時代は、異常事態なのです。人類史上でたった1回しかない、ものすごいエキスポネンシャル（指数関数的）な人口増加が産業革命によってもたらされ、さらにフランス革命があって近代というものが始まった。私の子供のころは人口20億でしたが、それが今60億を超えました。

私は商売が水ですから、水で言いますと、20世紀の100年間に世界の水の使用量が10倍ぐらいになったのです。エネルギーもまた同じ。GDPは17倍になりました。池田蔵相が所得倍増論をやったときに、僕の給料は2万7千円ぐらいでした。アメリカに留学しているときは、日本の7、8倍です。今、日本はそのレベルの給料になっているわけですから、とんでもないことが起こっているのです。

私が中国に初めて行ったのは1982年、文化革命が終わって2、3年後です。そのときはみんなでどんぶり飯を食べていました。そのときに教えた生徒が今、西安の大学副学長で、彼は世界中を飛びまわり、娘さんはオックスフォードに行っている。自分一代でこんなことが起こったのだということを見ている。で、それを知らない人にはこれを理解することは無理です。生まれたときからテレビも自動車もあったのですから。あのころ日本でも自動車を持っているやつはうれしいから、びゅんびゅん走ってクラクションを鳴らしていた。当時の日本も今の中国と同じだったのです。こうしてエネルギー消費が11倍になりました。工業化の急拡大、そこから地球温暖化が起こります。

3. 日本の農林水産業：一番儲からない農業、一番儲かる金融業

これから石油と^{リン}が枯渇する。これが何を意味するかお話しします。水の使用量が10倍となり、緑の革命が起こって、化学肥料を使った。アメリカで20世紀の初めにアル・カポネが暴れたころは、1人の農民が7人の非農民を養わなければならなかった。今はアメリカ人の農民1人で150人を養っている。農業が、自分で食べるための農業から企業による農業産業になってしまった。アグリビジネスだから、WTOを動かして日本に麦を買え、BSE牛を食べると言い出す。工業製品と同じことになってしまった。これでは日本で地域農業が崩壊してしまいます。日本ではもう自動車は売れませんかアメリカ人が日本車を買います。小麦を買わなければ日本の自動車を買ってもらえません。自動車のほうが儲けが大きい。これが日本の商業戦略です。やむをえません。その結果何が起こったかと言いますと、非再生性資源の枯渇です。そのトップは石油、もうなくなります。石油はイラク戦争もありますが、基本的に足りないから、1バレル70ドルになったのです。「所得倍増」と言っていたころは、バレル5ドルか6ドルだったのです。10ドルを超えたのはつい最近の話です。

もう一つ怖いのは、燐（りん）がなくなることです。肥料の三要素である燐が、今のよう
に潤沢に供給できたのは 20 年前まで。今は、下水できちんと処理をしないで東京湾に流
すから、アオコが出ます。環境コントロールとかそんなのんきな話ではすみません。燐を
回収しておかないと、我々には燐が作れなくなってしまう。ですから、フロリダは燐の産地
でしたが、アメリカは今その燐は輸出しない。さらに安い燐をどんどん買って、がっちり
確保しています。こういう国際戦略を、日本人は全然知りません。日本はいま食料自給率
が 37% ぐらいだと思いますが、60% は食料輸入をしていますから、循環型社会など回るわ
けがない。全部、宙に浮いた話をしているのです。一人あたりの所得を、ドルなり円なり
で 4 倍にするために、資源を 3 倍か 4 倍使った。なにも難しい話ではない、非常に簡単な
ことを 20 世紀の人間はやってきたのです。

一番大事なものは農林水産業。食べ物を作ることが人間の基盤です。でも、カネを出せ
ば食べ物は買えるとまだ思っていて、日本は現実には買っているのです。水とエネルギーと
土地、これは基本的な人間の生存基盤です。食料を作るというのも、昔はお百姓さんが一
所懸命作ったのですが、今は農業なんて流行らなくなりました。生命科学と言い替えます。
しかし生命科学というのは全然違う、似て非なるモノです。水産学、これも面白い話があ
りまして、北洋漁業を支えている技術の全部を、北大の水産学部の先生は持っていました。
北洋に行ってサケ・マス・タラを獲ってきて、日本人に水産資源を供給した。ところがあ
る日突然、ロシアが 200 海里だ、お前たち入るな、と言ってきた。そこでなにをやったか
というと、サケ・マス孵化場をじゃんじゃん作った。ひどいときは鮭を肥料に使った。石
油が安かったから船で獲ってこられたのです。北海道で最初にできた札幌農学校は北大の
前身です。その時代には水産学部と農学部だけで良かった。今はそれがマイナーになって
しまった。

一番カネの儲からないのは農業と水産業、一番儲けているのは、何もつからない金融業。
生産現場から離れれば離れるほど収入が高いというのは、実は我々が持っている社会の病
原とでも言うのでしょうか、構造なののでしょうか。

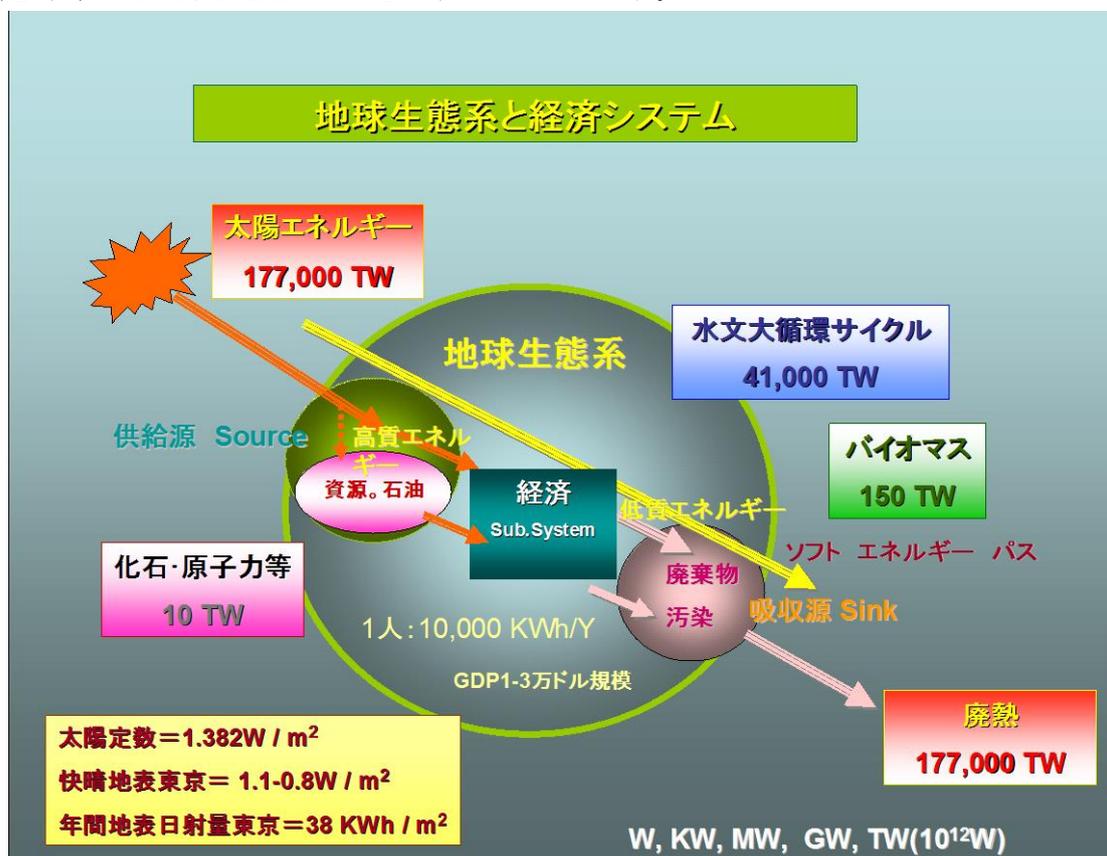
4. 地球生態系のエネルギー循環：人間の知識はちっぽけなものにすぎない

地球生態系に太陽エネルギーが 17 万 7 千 TW（テラワット）入ってきます。この入力エ
ネルギーの温度は絶対温度 6 千度ぐらいです。熱量÷温度がエントロピーですから、エン
トロピーが 30 倍ぐらいで秩序が保たれている。地球上であらゆることを行い、エントロピ
ーを宇宙に捨てることによって、われわれは生きている。それが捨てられなくなったのが、
地球温暖化です。温暖化ガスが、グリーンハウス・エフェクトを作ってしまった。エネル
ギーを使っても、温暖化ガスがなければ熱は地球から宇宙に抜けていきます。

われわれが 20 世紀に尊んできたのは、エコシステムに対するサブシステム、エコノミー
システムです。先ほどお話しした S カーブを思い出してください。20 世紀になって使った
エネルギーは、化石と原子力、足してたった 10TW しか使っていない。たった 10TW で、

炭酸ガスを出して、地球の温度が上がった。で、地球全体はぶっ壊れていった。だからこそわれわれは温暖化ガスを止めようと、地球生態系をなんとかしなきゃいけないんだと。

化石エネルギーでなかったら、そんなことは起こらないのです。もし核融合で、エネルギーを確保できたら起こらない。しかし、現状では原子力に頼るしかない。原子力はお化けよりもっと怖い。にもかかわらず使わなければいけない。原子力発電所が怖いか怖くないかの二者択一の判断で、という話はありません。原子力を使わなければ自分が死ぬしかない。特に、私のいる北海道は北ですから、暖房が止まったら生きていけません。明治維新の前に、ロシアが南進するというので、南部藩や秋田藩などから北海道に行きましたが、一冬越えたら、青物野菜がないので壊血病が出て、寒くて凍死して、半数が死んでしまった。つまり北海道は石油がなくなったらもたない。原子力発電所以外の選択肢はないのです。しかしあんな怖いものはない。ドカンと1発で、北海道はなくなりますから、一所懸命原子力を押さえ込んでつきあうしかないのです。

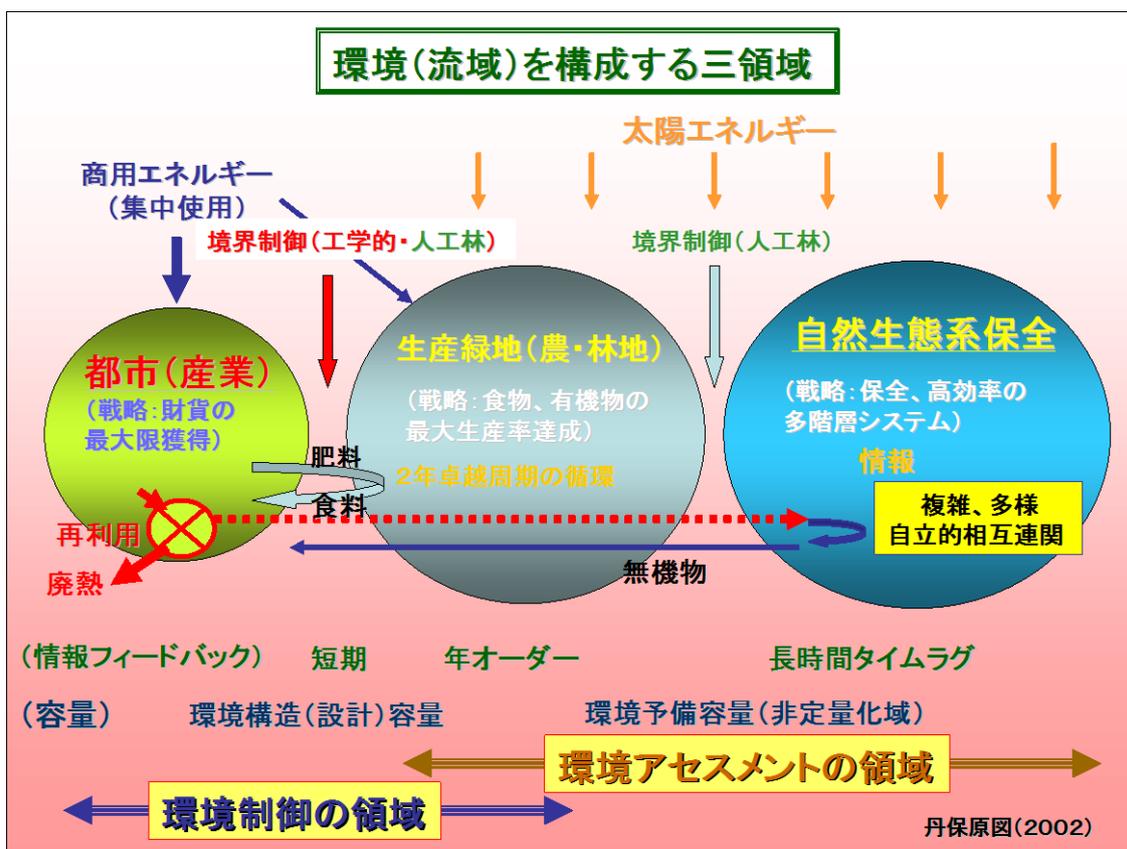


地球に入ってきたエネルギーの約 4 分の 1 の 41,000TW、これは水を循環させるのに使われています。地球に注ぐエネルギーの 30% ぐらいは宇宙に反射して出ていきます。ですから残りの半分ぐらいは水の循環で使われている。ハードレイ循環という水文大循環サイクルがありますけれど、水は 10 日にいっぺん、回っている。これが地球の生態系の基本です。そして、もうひとつ大事なことがある。地球上に存在できる生物というのは、植物の

ように太陽エネルギーを固定して生きている。バイオマスをやっているわけです。バイオマスは地球に入ってくるエネルギー17万7千TWの約1000分の1、150TWしかないのです。それをどうやって使うのか、というお話なのです。

資源（石油）は、何百万年もかけてご先祖様が貯めたもの。それをたった百年で使いきってしまい、後はない。われわれはご先祖様の遺産を食いつぶしている。循環と全く関係のないことをやって、人類は経済成長し近代文明ができた。そして文明の結果生じたたった10TWのエネルギーでこの50年先には、スペインと気温が上がります。ここで、北極の氷が溶けて農地や都市は水浸しになります。特にヨーロッパは低地ですから水浸しになります。

われわれが生きている環境は、都市、生産緑地、自然生態系保全の三領域から構成されています。自然生態系保全は、日本で言えば世界遺産の知床だとか白神山地。知床は、地球遺産に指定されてから、猛烈に荒れ始めました。入山を禁止しないともう10年もたない。心優しい中高年の老人が一番悪いんですよね。環境アセスメントもありますが、アセスメントをやっている人には怒られますが、アセスメントをやっても実は本当のことは解らない。すぐに環境が壊れないだろうくらいのことは分かります。概して人間の知識などというのは、この程度にすぎない。ましてや太陽系をコントロールできるはずがない。



5. 石油の時代：エコ社会を切り捨てて、近代の最先端に走った日本

これは非常に大事なことですが、1930年、軍艦が燃料を石油に切り替えます。石油時代は軍艦から始まりました。キャンベルの法則で有名なキャンベルは、石油生産はそのうち落ちると言ったのですが、当時誰も信じなかった。ところでアメリカはもう石油を掘っていない。それこそさっきの燐（リン）と同じ。いざとなったとき、自分で使うために残しているのです。ですから、アメリカは中東からどんどん輸入している。自分の石油は最後のためにとってある。ヨーロッパではもともと石油が出ません。その上、大戦で滅茶苦茶に疲弊してしまいました。もう駄目だとなったときに、ポコッと石油が出た。ノルウェーとイギリスの間の北海に油が出てきた。それまでのノルウェーはといえば、じゃがいももとれず飢饉で困窮して、アメリカに600万人も移民を出し、残った連中は、食うや食わずの状態だったのです。ところが、石油が出てイギリスと半分分けをしていますから、収入が大きいということです。中近東もサウジアラビアは多分もうダメでしょう。これが近代Sカーブで上がってきて、ここで終わるのです。たった100年か200年です。近代文明、それをあたかも、人類にとって普遍的な文明のように勘違いをしているのが、近代人なのです。ここはもう途方もない勘違いなのです。それなのにまだ、経済でものが動く勘違いを続けているから人口が減り始めるのです。増えすぎた人口は、今後は減らないともたなくなります。

日本は国を270年間クローズし、それで人口は完全に停滞しました。東北ではちょっと寒いやませが吹くとばたばた死んだ。人口は2900万人。侍と農民以外は高等遊民などがうろうろしており、赤痢、コレラで死ぬ。疫病が流行るといふことは、その社会はもう閉塞状態だということ。抵抗力をなくしていますから、ちょっと何かすると大量に死んでしまう。これが明治維新の原因です。徳川時代は米をベースとして生きていくグリーン・エネルギーのエコシステムだった。それが崩壊し、その後、近代になると人口は減りません。朝鮮から満州に行きましたが、これは負けました。日本は近代の中心を必死に走ったのです。そして2006年、人口がピークに達しました。私が生まれた1933年、人口は7千万、また7千万になるのは、2060年。私の人生2つで7千万人増えて、7千万人減るのです。世界の歴史上にこんなことはありませんでした。少子高齢化なんて生やさしい話ではありません。特殊出生率は1.3を切りました。日本は都市化社会の筆頭みたいなもので、近代をまっしぐらに走りました。日本で都市というものは、10倍の効果を持った真空管かトランジスターなのです。ですから、この増幅効果っていうのは、石油と原子力で10TWで増幅しているのです。しかしこの増幅は、都市化しなくなればなくなります。日本がグリーンの国に戻ったら、インドネシアと同じになります。

日本はエネルギー効率が世界で一番高い。エネルギーで省エネもやれることは全てやっけてしまっている。京都議定書でこれを落とすなどということは、本当に至難なことだと思います。別の言い方をしますと、ヨーロッパと日本は、20世紀末に人口の増加を止めました。日本は、落ちようとしています。ヨーロッパはまだ後背地、東ヨーロッパや旧植民地

に対する影響力を持っていますが、日本には全くありません。1億2500万、大変な過剰人口があるのです。しかし、誰も今自分が過剰人口だとは思っていません。もしかしたら日本は、はじめて世界の超先進国になるのかもしれない。もしうまく落ちれば、の話ですが。ですから日本は世界の真似をしてはいけません。グローバル・スタンダード、アメリカのスタンダードは、これからは使えません。

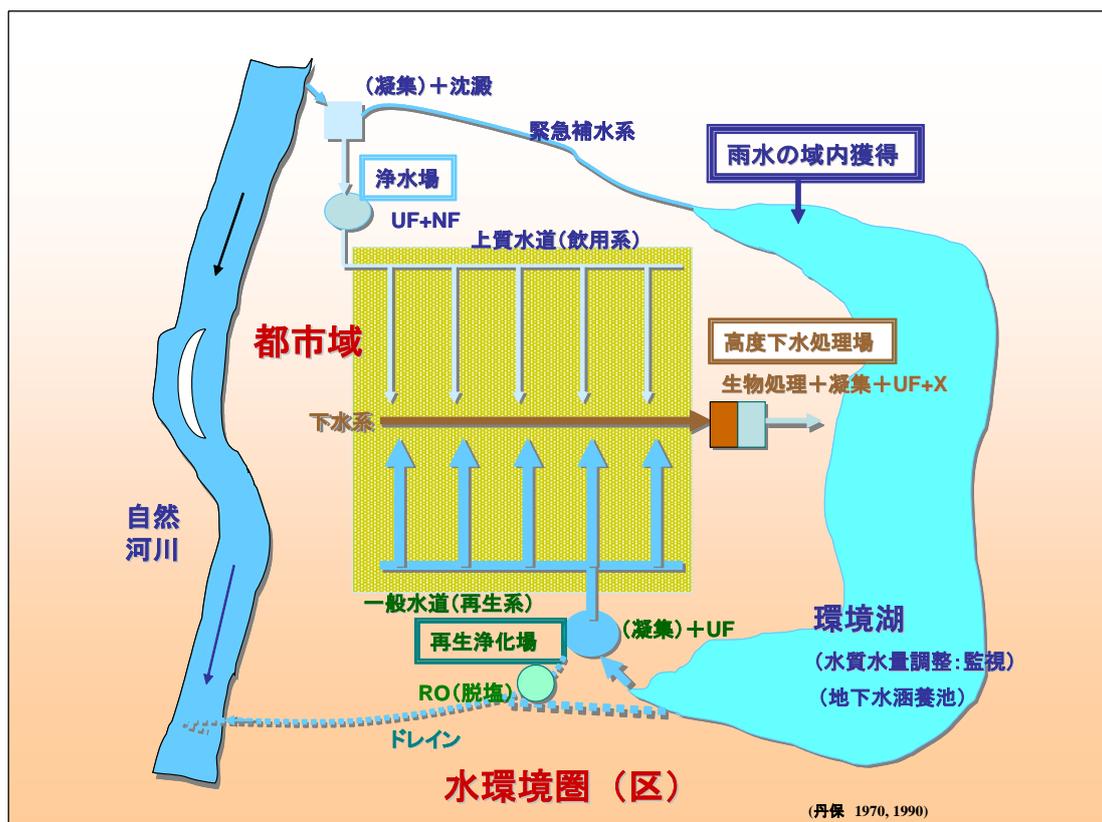
6. 水の時代：分散型エコ・サニテーションで生き残る

メソポタミア文明が崩壊した理由は灌漑です。灌漑したために農地が塩で固まって、文明も終わりになった。塩害が起こらないのは唯一、水田農業だけです。

海は地球の表面積の7割を占めて、水文大循環において重要な役割を果たしています。しかし、炭素の年間の基礎生産量は陸地の半分、現存量では500分の1、滞留時間は陸地15.7年に対して0.07年と非常に短い。つまり、海の生産力はあまり頼りになりません。

絶対やってはいけないのは海水の淡水化。普通の水の処理は上下水合わせて1トン1kwくらいのエネルギーでできますが、海水淡水化は1トン3.5kw、沖縄で使っているのは5kwくらい使います。しかも汲んできた海水の半分は捨てなければならない。それくらいなら、一度使った水を膜ろ過技術などで再生浄化して使ったほうがいい。

東京では、飲み水レベルのきれいな水が1日1人あたり350~400リットル供給されています。しかし本当に必要なきれいな水は、せいぜい50リットルくらいです。一人あたり50リットルのきれいな飲み水を供給したいというのが世界全体の願いです。東京に供給された水のうち8分の1の50リットルだけ使い、あとは河川に残すということができれば自然生態系と共生ができます。そのためには環境湖、これは、別に新しいものをつくる必要はありません。東京でいえば皇居のお堀でもいいし、芝浦の運河を閉め切って使ってもいい。そこに排水を完全に処理して放流する。その環境湖の水質をコントロールして魚などが死なないのを確認してから再利用すればよい。下水処理の所で燐などは回収すればよい。もちろん、再生系の水道を作るのにお金がかかるという問題はあります。東京都水道局にいる教え子が計算したら1兆円くらいになるとのことでした。



水処理システムの変遷を見ますと、19世紀には「緩速ろ過システム」という生態学的なシステムでした。新宿副都心の淀橋浄水場はこのシステムです。20世紀にはアメリカ的な「急速ろ過システム」という地球化学的なシステムができ、同じ頃ヨーロッパで「生物化学的酸化・分解」のシステムができました。ここでは投入する微量の薬品が問題を起こしています。そして、20世紀の最後のあたりに「機能膜分離システム」が生まれました。実は都市水道に膜を利用するという研究に先鞭をつけたのは私です。これは生体学的、生理学的な膜です。われわれの体はすべて膜で水を処理しています。体の中で1日20リットルの水を20回くらい回して利用しています。

上下水道のエネルギー消費をみると、水輸送に55%が使われています。この機能膜を使って都市の中で水の再処理をすれば水輸送のエネルギーを大幅に減らせるかも知れません。19世紀型の上水道システムに膜を使うというのは時代錯誤です。たとえば朝霞の浄水場の処理を全部膜に変えるなどということは駄目です。

家庭排水に含まれている成分を見てみますと、ないないと言われている磷はトイレからたくさん発生するのです。またトイレから発生するアンモニアを取り除けば、排水に含まれるアンモニアはほとんどなくなります。アンモニアがなくなれば水道の塩素臭は発生しません。塩素臭はアンモニアが含まれている水に塩素を投入するときだけに発生するのです。ですから、トイレを台所や風呂や洗濯などの他の家庭排水から分離して、さらに、し尿分離便所で磷の回収や肥料化をすればよい。それがエコ・サニテーションです。他の家

庭排水はきちんと処理してウェットランドで浄化して放流すれば、川の水はクリーン・ウォーター・サプライで使うことができるということです。

このエコ・サニテーションは、分散型の技術です。これからはあらゆるものが分散型になるでしょう。ただ、東京のような近代型の都市がこれをどう受け入れるかというのは大きな問題ですが、地方は今後、間違いなく分散型になります。市町村に下水道を作るのはナンセンスです。まして、農業用の下水道を作るのはありえない。そのような話を農林水産省はやっているわけです。他方、世界で一番水に関して進んでいる都市はメキシコシティです。下水を作らないのです。考えられないとお感じかも知れませんが、例えば今、家に電話を置かない家がどんどん増えています。ケイタイに置きかわったのです。このように文明というのはものすごく変わるのです。これが共生、エコロジーの時代ということです。日本が最初に人口減少に入った。今後エコ社会への転換が成功すれば、日本は超先進国になれます。しかし、なりそこねたら終わりです。

学長を二つもやっていると、このぐらいの未来図をお示しすることで精一杯です。学長を終えてヒマになったら、今日のお話をまとめて札幌で書こうと思います。出版後、ぜひまたお話ししましょう。ではその日にまた。(拍手)

(この記録は、参加者の北村知也氏が記録し、丹保先生にご加筆・ご訂正いただいたものです。)