

## 第 6 回

### 持続可能な社会を考える（生態系循環・農業循環・都市と環境循環）

#### ／太陽電池の廃棄物問題

2013 年 9 月 27 日

長野県地球温暖化防止活動推進員）宮澤

#### <生態系循環：主役は微生物>

地球の46億年の歴史の中で、常に主役を演じ続けてきたのは微生物です。

とくに、生命が陸に上がってからは、土壌の形成に重要な役割をはたしてきました。

今日、陸上のいろいろな生物が生きられているのは、微生物と土壌のおかげです。

微生物とは： 0. 1 mm以下 単細胞の生物 原生動物、藻類、糸状菌、細菌、ウィルス

土壌とは： 岩石が風化、崩壊、分解して堆積したものに、動植物の遺体が加わって生成したもの。

有機物が含まれていることが重要。

※）岩石が土壌になるには、厚さ 1 cmで500年とされています。地球の土壌の厚さは、平均では、たったの 18 cmです。それでも、1万年近く掛かっているのです。どこにでも土壌がある日本が、どれだけ恵まれているか分かります。

#### 1) 炭素循環：

生態系の根幹です。地球温暖化問題とも密接に関係します。 しくみは簡単です。

植物だけが、空気中の二酸化炭素から、光合成で有機物をつくります。

植物、動物、微生物を含め、ほとんどの生命活動では、最終的には、有機物は分解されて、二酸化炭素となります。

**生ごみの堆肥化も微生物の力です。微生物がいなければ、地球上は死体だらけになってしまいます。**

生態系は、これでバランスが取れているのですが、人類が森林を破壊し、化石燃料を燃やしていることにより、バランスが大きく崩れ、温暖化問題をはじめとする、さまざまな地球環境問題を発生させてい

るのです。

## 2) 窒素循環 :

生態系の、もう1つの重要な要素です。食糧問題とも密接な関係があります。

窒素は、あらゆる生命にとって必須の、重要な元素です。理由は、生命の身体は、たんぱく質からできています。たんぱく質は、アミノ酸からできています。窒素は、アミノ酸の重要な構成元素です。

ですから、窒素がなければ、生命体は生きていけません。

大気は、80%が窒素ですから、窒素の心配はいらないと思うかもしれませんが。ところが、ほとんどの生物は、空気中の窒素を利用できないのです。

ごく一部の微生物だけが、大気中の窒素を利用できるのです。ここから、生態系の窒素循環が始まります。

窒素循環の視点でも、微生物と植物がいなければ、動物は生きていけないことがわかります。

## 3) 窒素肥料と食糧生産 :

窒素循環の弱いところは、一部の微生物しか、大気の窒素を固定したり、大気に戻してあげたりできないということです。そこで、植物の食糧を増やすために、人類が発明したのが、窒素肥料（化学肥料）です。

このおかげで、人類70億人が生きていけるといっても過言ではありません。

窒素肥料のもとになるアンモニアは、触媒を用い、高温、高圧下で、窒素と水素を反応させてつくります。そのときに、莫大なエネルギーを使いますので、化石燃料が大量に使用されるわけです。

このことは、化石エネルギーが枯渇したら、食糧生産が維持できず、今の人口を支えられないことを意味しています。

## 4) 海の生態系も微生物が主役 :

私たち陸上動物から見ると全くちがって見える海も、実は、陸上の生態系と同じしくみで循環しています。

まず、海草類や、植物プランクトンは、太陽の光と水中に溶け込んだ二酸化炭素や栄養素から、光合成で有機物を作り出します。それをえさとして、動物プランクトンや魚などの海の動物たちが成長します。海草も魚も死骸はマリンスノーとなって海底に降り積もります。海底の泥の中の微生物が、すべてを分解します。分解された栄養素は、また、海草等に利用されて循環していくのです。

私たち人類も、海の生態系循環の中から、魚や海草などを分けてもらって利用しているので、過剰に採りすぎれば、海の生態系を乱してしまいます。

### 5) 動物の大部分は微生物：生物の量のはなし

生物は、大きく植物と動物に分けられますが、植物の方が多く、動物の1.8倍くらいです。植物の90%以上は森林。

動物というと、私たちが地上で目にするさまざまな哺乳類、爬虫類、昆虫などを思い浮かべてしまいますが、地中の動物の方が数百倍くらい多く、その中でも、実は、微生物が大部分を占めています。

(一例：草原の場合(1ha当たりの乾燥重量)：地上動物：2.6kg、地中動物：44kg、微生物：2230kg)

環境保護、自然保護というと、目に見える植物や地上動物に目が行ってしまいますが、生態系を守るには、土壌(微生物)を守ることが重要だとわかります。

### <都市と農業と生態系の関係>

#### 1) 資源⇒人間の活動(生産・消費)⇒廃棄物

このような、人類の一方通行の活動が、いろいろな環境問題を引き起こしています。

地球の自然環境は循環している。(生態系も、水も、大気も)循環しているからいつまでも維持されていく。

でも、現実には、多くの人が都市に住んで、いろいろなものを消費して生活をしています。都市は、生態系の循環と両立できるのでしょうか？

都市と生態系の関係：生態系の恵み⇒人間の活動(都市の生産・消費)⇒廃棄物

私たちは、食糧をはじめとして、生態系の恵みをいろいろと利用していますが、ほとんどは一方通行で、廃棄物となっていきます。都市に住んでいても、廃棄物を出さず、生態系に返してあげることがで

できれば、都市も、生態系と同じように、循環型の持続可能な社会となります。

## 2) 都市と「農業生態系」の関係：食糧のゆくえ：

食糧は、生態系から分けてもらって(収穫して)都市に持ち込まれます。都市では、どこへ行っているのでしょうか。

私たちが食べたものは、一部は身体の栄養になりますが、ほとんどは、体外へ出て、下水道に流され、下水処理場で、有機物だけ分解して、ほとんどの栄養素は、河川に流され、海まで流れていってしまいます。

残飯、調理くずはどうでしょうか。生ごみとして出され、廃棄物として自治体の焼却炉で燃やされて二酸化炭素となって、大気中に捨てられてしまいます。

このように考えると、都市というのは、今のままでは、未来の子供たちのために持続させることができないことがわかります。

植物は、生態系のなかでは、動物たちに利用されても、いずれは、土に還り、循環していくものです。

人間が収穫して、都市に持ち込まれたものも、最終的には、土に還る工夫をしていくことが、循環型の都市となるための基本となります。

### <農地はどこへ？>

収穫したものが農地から持ち出され、なにも戻ってこないと、栄養素が不足して、農地の生態系は持続しません。すると、結局、窒素肥料（化学肥料）に頼ることになり、一方通行が加速されるだけです。

また、化学肥料だけでは、土壌のなかの生態系も、バランスを失っていきます。

### <食糧輸入の問題>

外国の畑で収穫された食糧が日本にどんどん輸入されていますので、同じことが起きています。

日本は、外国の畑に何も還していませんから、結局、化学肥料に頼ることになり、土壌も、どんどんとやせていってしまいます。

## 3) 畜産と「農業生態系」の問題（肉食化問題、廃棄物問題）：

人が食べられる食糧が牛や豚の飼料として使われている。農地は、同じ問題が起きる。

飼料を100食べても、肉になるのは2%くらい。

現実には、27億人分の穀類が、家畜に与えられ、5400万人分の肉となって返ってくるだけである。

(※牛は、全世界で15億頭もいる。)

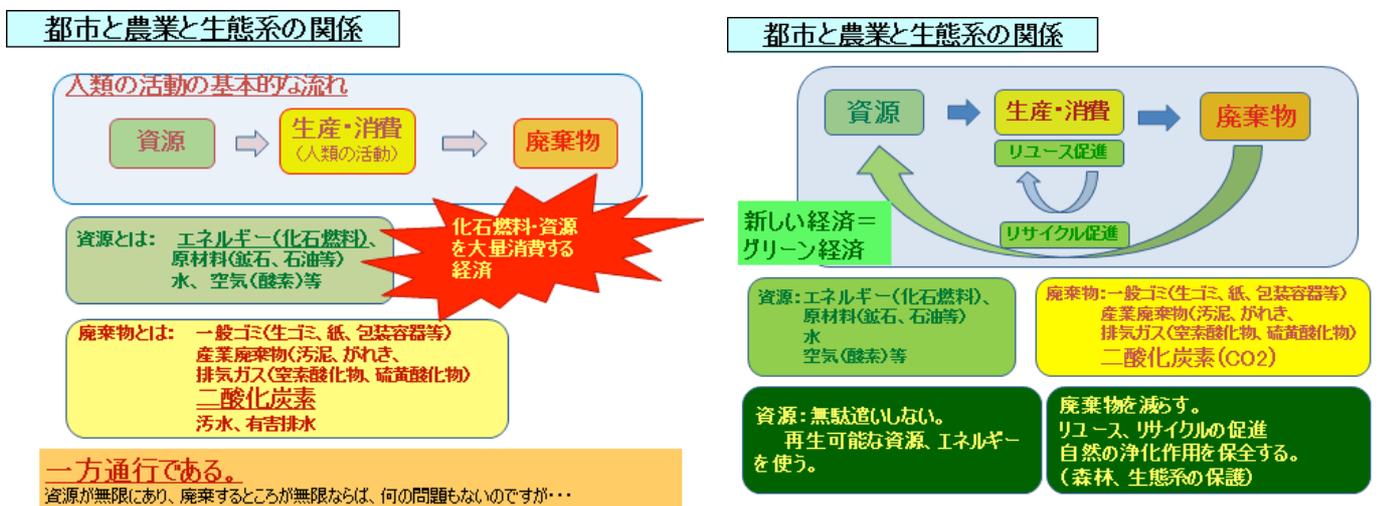
結局、飼料は、大部分が、糞尿になります。これらは、どこへ行くのでしょうか。

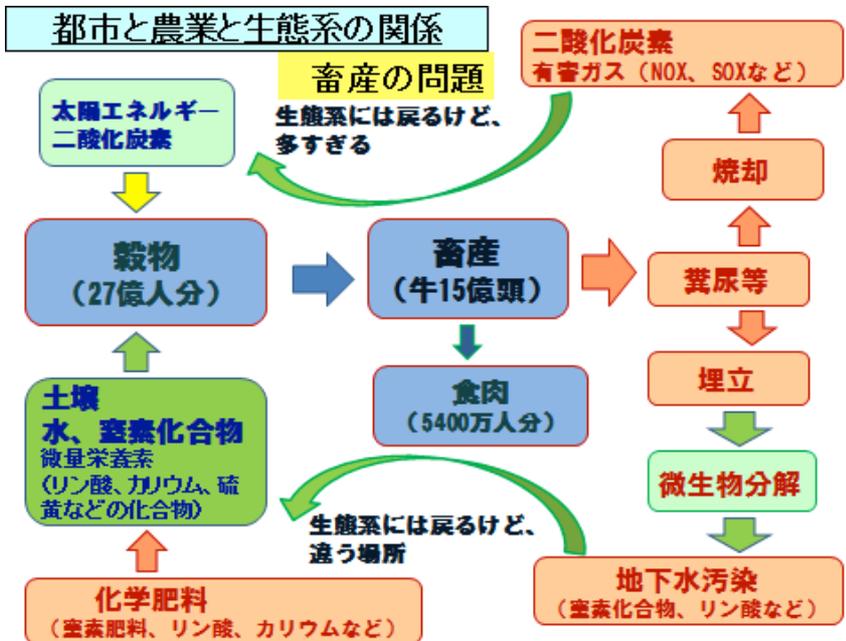
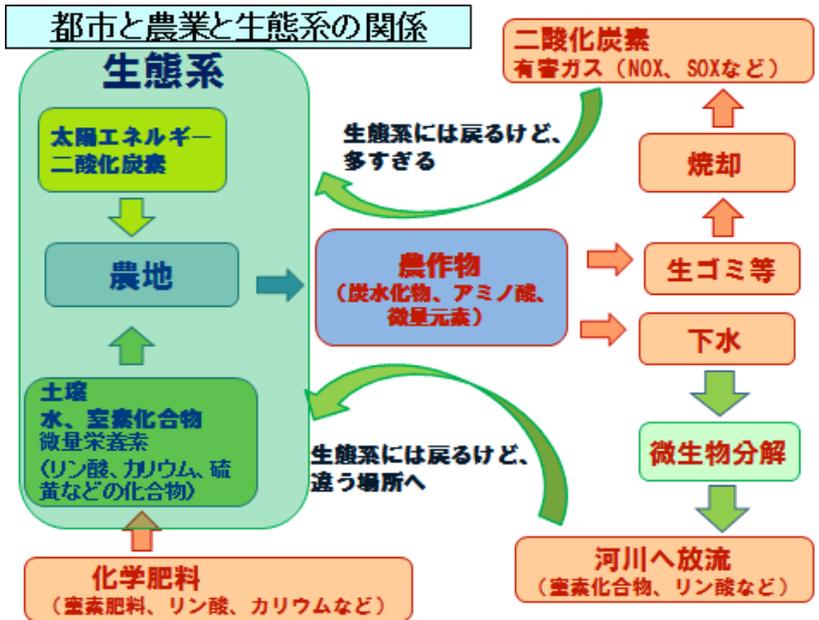
堆肥化して農地に還るものもありますが、大部分は、産業廃棄物として、埋め立てや焼却となり、地下水汚染、二酸化炭素排出等の問題となってきます。

#### 4) 循環型の都市は可能：

昔、世界の中で、日本だけが、循環型の大都市をつくりあげました。“江戸”です。

人口百万人以上の、世界一の大都市でありながら、ほとんどすべての廃棄物が循環し、ごみのない清潔な町でした。





## テーマ2： 太陽電池の廃棄物問題

### <太陽光発電、太陽電池とは： その原理と特徴>

太陽のエネルギーを「半導体の素子」が吸収して、電気を発生させます。昔からあるソーラー電卓とかソーラー時計も同じ原理です。発電機、モーター等の動力が要らない発電なので、静かで故障しにくい。

面積を大きくして屋根等にのせ、発電量を大きくしたものです。電力会社と契約すれば、電力系統とつないで、余った電力を電力会社に売ることができます。

日本は数年前までは世界一でした。技術力は今でもトップレベルですので、世界の中でも、これから挽回を図ることになります。

太陽エネルギーは無限と言ってもいいでしょう。ただし、昼間しか発電できません。

## <太陽電池の材料分類>

### ◎シリコン系

○単結晶シリコン、多結晶シリコン： 高効率、高価、材料の大量消費

○薄膜シリコン： 低コスト大面積、効率は劣る、省資源

### ◎化合物系

○Ⅲ－Ⅴ属系（Ga-As系等）： 高効率、高価、資源問題、有害物質

○CIGS系（Cu、In、Ga、Se）： CIS、CGS等の組み合わせで使う。低コスト、大面積。性能が向上してきた。有害物質が多い。

○CdTe系： 低コストで大面積が可能。有害。

### ◎有機系

○有機半導体系： 低コスト。現状は低効率だが、将来の主流の可能性が。

## <電子写真感光体の歴史が、太陽電池の将来を暗示する>

どちらも、光半導体です。光のエネルギーを吸収して、電荷（電子とホールペア）を生成する。

第1世代：ZnO、CdS： 寿命、性能で主流とならず。実用化したのは一部のメーカーのみ。有害物で嫌われる。

第2世代：Se、Se-Te、Se-As： 複写機、大型プリンターの全盛期の主流材料。高性能。廃棄物はメーカー回収だが、有害物質が次第に嫌われてくる。

第3世代：アモルファスシリコン（a-Si）： 高性能、長寿命で安全・無害な材料だがコストで難航。量産したのはわずか。

第4世代：有機感光体： 低コスト。性能の向上で採用が拡大。環境負荷が小さい。現在の世界の主流。

## ★ 太陽電池の材料の問題

材料は、シリコン（ケイ素）の結晶が主に使われます。やや高いですが、環境に普通にある物質（石英とか水晶）なので、環境にほとんど害がないのが利点です。

近年、様々な化合物が実用化され、価格が安くなってきました。ただし、廃棄物になったときに、環境に有害な化合物も多いので、知っておく必要があります。

化合物太陽電池の主な材料は、ガリウム（Ga）、ヒ素（As）、セレン（Se）、テルル（Te）、カドミウム（Cd）、硫黄（S）等、ほとんどが有害物質です。本来、メーカーが回収すべきものですが、実際に廃棄物になるのは、20年～30年後です。この問題がほとんど取り上げられていないことが大問題です。