

であればなんでもよい。植物の化学構造を大まかに分類すると、穀類のでんぷん、木や植物体のセルロース、ヘミセルロースである。でんぷんは、ブドウ糖重合体で、セルロースは、同じブドウ糖の結合した重合物であるがでんぷんとは結合様式が異なる。ヘミセルロースはキシロース(木糖)の重合物である。砂糖(ショ糖)はブドウ糖と果糖からなる2糖である。なお、第1世代、第2世代と分けて原料を呼ぶこともあり、第1世代がサトウキビやとうもろこし、第2世代がセルロース系といわれる草本植物と木である。

(2) バイオエタノール製造方法

芝生や選定枝などのセルロース系にしぼって説明する。バイオマスからのバイオエタノール生産の基本的なフローを図2に示す。プロセスは、前処理工程、液化・糖化工程、アルコール発酵、蒸留・濃縮工程に分けられる。前処理工程では、使用するバイオマスの種類に応じて破碎、微粉砕、蒸煮などが必要である。液化・糖化工程では、酸もしくは酵素を用いる。使用する酸は希硫酸ないし濃硫酸である。酸加水分解を併用するな



らその後の中和装置が必要となる。酵素加水分解は、セルラーゼやキシラナーゼを使うことになる。セルロースは加水分解されて、ブドウ糖となる。ヘミセルロースは加水分解されて、キシロース(木糖)となる。

バイオマスをブドウ糖やキシロースまで糖化すれば次の段階は微生物によるアルコール発酵である。ブドウ糖からのアルコール発酵は、もっぱら酵母サッカロミセス、セレビシーが行う。その反応では、ブドウ糖100gからエタノール51・4gを生成する。サッカロミ

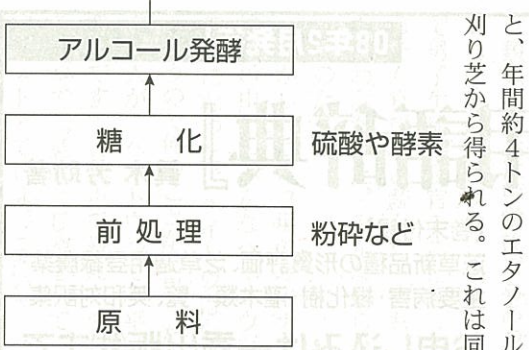


図2 バイオエタノール生産の基本的フロー

セス酵母は、ブドウ糖からエタノールを生産できるが、キシロースからの発酵能力はない。キシロースからのアルコール発酵は、ピキア酵母という別の酵母が行う。キシロース100gからエタノール51・14gが生成され、発酵効率はブドウ糖の場合と同様である。これらの微生物は逆にブドウ糖の発酵はできないか、アルコール発酵を行ってもその能力は低い。そこで、遺伝子組換え技術を用いて、1種類の微生物にブドウ糖もキシロースもアルコール発酵させる試みが数多くなされており、一部は実用化している。

忘れてならないのは、発酵工程で得られるアルコールの濃縮工程である。アルコール発酵で得られるアルコール濃度はせいぜい数%である。刈り芝からは約3%のアルコール濃度である。これを純度100%の無水エタノールにするため、多段蒸留、ゼオライト濃縮を行う。

ゴルフ場とバイオエタノール

筆者が試みているゴルフ場から発生する刈り芝をエタノールにする場合を計算する。刈り芝のようなソフトバイオマスは木のようなハードバイオマスに比べて液化・糖化の効率が高くなる。普通の18ホールからなるゴルフ場から発生する刈り芝の年間発生量は約1200㎡、600トンである。水分は97%で、乾燥重量あたりブドウ糖30%、キシロース16%が含まれる。液化・糖化効率95%、発酵収率90%、蒸留濃縮効率95%とする

環境と人にやさしい
ゴルフとゴルフ場 第7回

ゴルフ場は油田となるか？
刈り芝からバイオエタノールの生産

岐阜大学応用生物科学部 教授 高見澤 一裕



何故、バイオエタノールか？
石油に代わる代替燃料としてのエタノール生産に関するマスコミ報道が毎日のように行われている。Natureでさえバイオエタノール特集号を出したり。その中で、「最高級のバイオエタノールは飲んで楽しみましょう、それ以外のバイオエタノールは自動車の燃料にしましょう」という標語を作った。
バイオエタノールに注目が集まる理由は、IPCCの2次レポート(1995年)にある。
すなわち、地球環境保全と人類の持続的発展のためにはエネルギー源を石油から代替エネルギーに代えるべきであり、その将来予測では、バイオマス由来の比率が最も高くなるというものである(図1)。バイオマスからエネルギーを得る方法は物理化学的な方法を含めてたくさんあるが、アルコール発酵は多種類の植物系バイオマスからエネルギーを取り出すことに適しているし、ハンドリングも容易である。そこで、バイオエタノールが注目を浴びることになった。さらに、バイオエタノールは原料がバイオマスであるためカーボンニュートラルであり、いくら

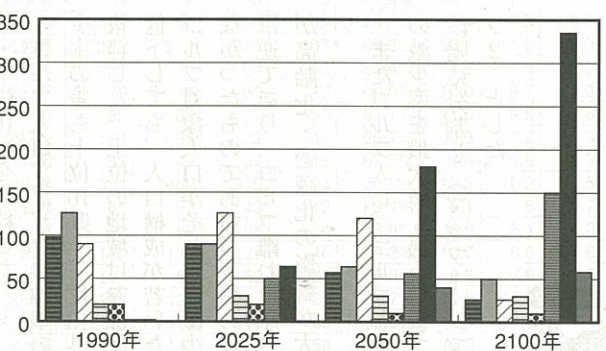


図1 世界のエネルギー供給 (1995年IPCC第2次評価報告書のFig5を元に作製)

使っても炭酸ガス濃度の上昇はありえない。再生する理想資源と考えられる。そして、IPCCの4次レポート(2007年)によると、地球の気温が1・1℃〜6・4℃上昇するシナリオが現実である。この地球温暖化の進行もエネルギー源のバイオエタノールへの転換の追い風となっている。

現在のバイオエタノール原料はブラジルのサトウキビとアメリカ合衆国のトウモロコシに二分される。いずれも食品であり、特にトウモロコシの食糧、飼料としての需要とエネルギー作物としての需要が競合している。
ヘンリー・フォードは1925年にこんな予言的なことを言っていた。
「未来の燃料は、その道端のウルシの実やリンゴ、雑草、おがくずなど、ほとんどどんなものからでも得られるだろう。発酵できる植物質にはすべて燃料が含まれているのだ。1ヘクタールの土地で1年間に生産できるジャガイモには、100年間にわたってその土地を耕す機械を動かせるアルコールが含まれている」。
すなわち、燃料としてのバイオエタノールの原料は、植物であればなんでもよい。ここでは、ゴルフ場とバイオエタノールについて考える。刈り芝、選定枝：ゴルフ場は油田となるか？
バイオエタノールの作り方
(1) バイオエタノール源となる原料
バイオエタノールの原料は植物

GDO
悪夢の7日間

10月上旬、ゴルフ専門ポータルサイトを運営するゴルフデザイナーズ・オンライン（GDO）がアクセス不能となった。GDOは「サーバーに不正アクセスされ改



さんが行われた」と発表、すぐ修復に入ったが、復旧に時間がかかるとしてサービスを全面停止した。7日後、ようやく復旧し、ゴルフ場の予約業務からサービスが再開された。

「SQLインジェクション攻撃を受けて改ざん」されたということだが、どんなウイルスか、どんな手口の攻撃かなどは、興味のある人はインターネットで調べて見るといい。ここではその「GDO悪夢の7日間」に、盛り上がった人達のことを紹介。

GDOにアクセスできないから当然、ライバル社の予約サイトが大賑わい。一気に前月比10%アップ、15%アップの声が上がった。これは誰もが認める事実でライバル社はみんな一応に、ニンマリしたが、それ以上に盛り上がったのが各ゴルフ場の営業さんたち。

「毎日、予約状況を見ているから、A社の予約が異常に増え、異変をすぐキャッチ。GDOさんは大変でしたね。隣り近所に聞いてもA社の予約ばかり。相当、儲かったんでは？」と。

A社では確かに予約は増えましたが、「売上で見れば比重は用品

はその4・5%を占めている。国民1人あたりの二酸化炭素排出量は9・5トンで、6番目である。2008年7月の洞爺湖サミットは、G8は、2050年までに世界全体の排出量の少なくとも50%削減を達成する目標を、UNFCCCのすべての締約国と共有し、採択することを求めることで合意した。日本も公約を果たさなくてはならない。これには政府の政策も大切であるが、個人あるいは企業が自発的に何をするか、そのほうに実効力がある。

さて、アル・ゴア氏はその著書「不都合な真実」②で以下のように述べている。「トウモロコシから製造するエタノールはガソリンに比べて温室効果ガスの排出を29%減らせる。セルロースから製造するエタノールなら85%も削減できる。」また、ナショナルジオグラフィック③では「温室効果ガスの生産時と使用時の排出量は、ガソリン2・44kg/l、セルロース系エタノールは0・22kg/lとセルロース系すなわちバイオマスから作るエタノールはガソリンに対して温室効果ガス排出量は91%少ないことになる」としている。



いかにバイオマス利用が地球温暖化抑止に貢献するのかがわかる。さらに、本誌、7月号にある縣氏の計算によれば、全国のゴルフ場の計算によれば、全国のゴルフ場（2400箇所）は230万世帯の消費電力である110億キロワットを発電する際に発生する炭酸ガス量460万トン吸収する。前述のように1箇所からガソリン換算で3・4ℓ生産できるとすると全国では8160ℓとなる。これは、2007年度の全国ガソリン販売量6000万ℓの0・014%である。しかも、温室効果ガス発生量は約90%削減できる。刈り芝をバイオエタノールへ変換するだけでこれだけ日本国のガソリン消費量を削減でき、かつ炭酸ガス発生量を低減できるのがゴルフ場である。ゴルフ場に新たな付加価値を見出す事ができる。

参考文献

- ① Nature 414: 669-678, 2006
 - ② 不都合な真実 アル・ゴア著、枝廣淳子訳、ランダムハウス講談社、2006
 - ③ ナショナルジオグラフィック日本版 2007年10月号、日経ナショナルジオグラフィック社
- 注記※ バイオマス (Biomass) … 生物体、生物量のこと、生物由来の資源を指すこともある

コース名類似 現場はうまく連携

販売ですから」といったって平静。でもそんな事から、営業さんたちは誰が攻撃したか憶測したり、内部犯行説ではないかと、盛り上がっているようです。

某月某日、朝の少し混雑しているフロント前を、ブレザーを着た若い男性が、マスター室側から出てきて、キャディバッグを抱えたままそと通り、玄関へ。不審に思った従業員が慌てて追いかけて行き「どうしましたか」と声を掛けると、その男性「いや、ゴルフ場を間違えてしまつて……」とすまなそうに答えた。

従業員も心得たもので、名前と車のナンバーを控えて、お見送りしたという。Bゴルフ場の支配人「間違いは日常茶飯事なので、Cゴルフ場とはうまく連携を取つてやっています」と。BとCは、4年前にCが外資系の経営になり、コース名から冠が取られたらゴルフクラブとカントリークラブの違いはなくなつた。

さあ、それからが大変。電話の掛け間違いに始まり、ゴルフ宅急

うそのような 本当の話

あるTVアナウンサーが、町村官房長官のことを「ちようそんカンプー」と読んでた。原稿にはルビなど勿論、振っていない。目で原稿を追いながら読んで、自然に「ちようそん」と口に出してしまつたという。プロとして誠にオソマツな話。

類似する話は中学校でもあった。ある子供のブログに「現社の授業で男子生徒が長官のことを、ちようそん官房」と読んでた。でも、誰も笑わなかつた。みんな知らなかつたのだ」と。

むかし、ゴルフ場のオーナーが挨拶の中で「みんなヘイトウな世の中になつた。ヘイトウはいい」というので何のことかと思つたら、支配人が「ヘイトウって、平等の意味です」と小声で教えてくれた。それって「意味」じゃなくて、漢字テスト×でしょ。(笑)

08年2月発行!

お待たせしました!

大改訂版『芝草管理用語辞典』 眞木 芳助著

新たに543語、5万字を追補
収録語彙数 3357語

【巻末付録】
芝草新品種の形質評価、芝草適用登録農薬・主要病害・緑化樹・灌木類一覧、英和対訳集

お申し込みは一季出版(株)まで

B6判 440頁 定価4200円(税込み)送料290円