

# 日本を救う、 亜臨界水処理による 地域創生



よしむら かずなり  
吉村 和就

(グローバルウォータージャパン代表  
国連環境技術アドバイザー  
水の安全保障戦略機構・技術普及委員長)

日本は資源大国である。資源小国・日本と刷り込まれている読者は驚くかもしれないが、日本列島の七割が山林であり、バイオマス量が地球温暖化傾向や降雨量の増加とともに増大している。「バイオマスの活用」、使い古された言葉であり現在は大掛かりなバイオマスを燃料とするバイオマス発電設備が全国で稼働や計画がされている。バイオマスを燃焼させて発電するのは最後の手段であり、地域バイオマスの特性を活かした有効活用が求められている。

最近、バイオマス資源化のツールとして亜臨界水処理が注目されている。バイオマス資源の亜臨界水処理は、現在日本が抱えている大きな課題、例えば地域創生（地域の資源を活用し、地域に新産業と雇用の創出）、亜臨界水処理で製造した地元肥料による食料自給率の向上やCOP21の国際公約パリ協定（温暖化ガス二六%削減）。

## 一、亜臨界水処理とは

臨界水・亜臨界水処理の歴史は古く、多くの研究がなされ、一言で言うと「あらゆる有機物を低分子に分解できるハサミであり、その反応条件により完全分解、加水分解、油化、抽出が

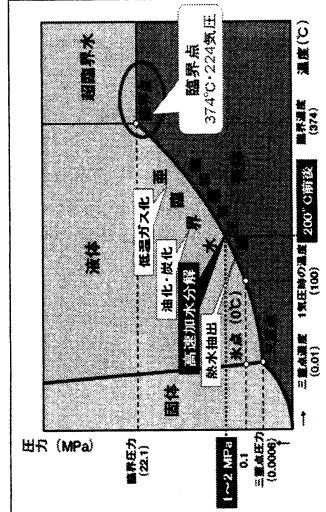
できる」のが亜臨界水処理の特徴である。下水道の汚泥処理分野では八〇年代から多くの水処理メーカや電機会社が亜臨界水処理の研究開発に取組み汚泥の減容化やメタン発酵の促進に関し多くの特許が出されている。だが大規模で実施されている例は皆無である。それは高温高圧で取り扱いが難しく、容器の腐食が激しい、バッチ処理が主であり経済的な合理性を取りにくいなどの理由であった。だが最近、比較的低压・低温で稼働する簡便な亜臨界水処理装置が開発され、資源創造の分野で活用が期待されている。

### ・亜臨界水の特徴と超臨界水との比較

超臨界水とは、三三四℃以上・二二〇気圧以上の超高温・高圧状態の水の物理化学的な状態のことを示す。この超臨界水は液体の水の密度のまま大きな熱エネルギーを得て、ダイオキシンやフロンなどの有害物質を短時間で分解する。酸化剤が存在すると、有機物は瞬時に分解され、二酸化炭素と水に転換される。ただし超高温高圧条件に耐えるためプラチナ製など頑丈な圧力容器が必要であることから、コスト的に実用化が難しい方式である。

一方、超臨界水よりも低い二〇〇℃、二〇気圧前後の亜臨界水状態では、短時間で加水分解反応を引き起こす。これにより高分子の有機物は、微生物が利用しやすい低分子化合物に転換され、有機物の生成、機能的堆肥やメタン発酵に適した物質に転換される。（例えばタンパク質はアミノ酸に、デンプンはブドウ糖、脂肪は低級脂肪酸に、セルロースはグルコースに転換する）亜臨界水処理は超臨界水処理と異なり、酸化力は殆どなく、二酸化炭素と水まで分解されることはない。また圧力容器もステ

亜臨界水と超臨界水の温度・圧力条件



亜臨界水領域の内、200℃以下、1~2MPaを反応に用いる

・白樺チップから黒毛和牛のイサ造り

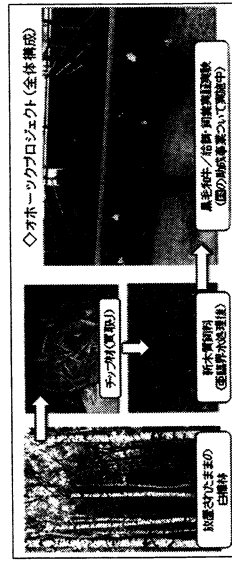
実証実験事業モデル地区は北海道東部の北見市である。北見市の主力産業は一次産業であり、なかでも畜産業は重要な地位を占めている。地域の未利用木質材を活用し、亜臨界水処理技術を使い、低コストで高品質な粗飼料を生産することができれば、将来の林業や畜産業の振興にとって大きな意味がある。

この実証事業では、原料として北海道で豊富に得られる白樺のチップ材を選定し、G8インターナショナル社（神奈川県平塚市のベンチャー企業）が開発し世界的な特許を有している亜臨界水処理装置（容量200L）を用いて高品質な飼料を製造した。北

見の中野牧場において黒毛和牛の成牛十七頭に給餌した。比較検討の為、そのうち五頭が従来型の稲わら給餌法で行い、他十二頭が新木質飼料（白樺チップ）給餌法で飼育することとした。

約八か月間（二百三十五日）連続して飼養実証を行い、その間に黒毛和牛の健康度や枝肉の肥育効果等を確認し、木質粗飼料の品質や収益性を検証した。具体的には地元北見の廃棄物処理業者の㈱エースクリンが中心となり白樺チップ飼料を提供、黒毛和牛を飼育している中野牧場、道内の獣医師や畜産専門家と地元の精肉店が連携し実施された。その結果、従来法と比べ黒毛和牛への高い肥育効果が確認された。つまり品質の高いシラカバ牛の誕生である。最近では道内の河川から排出される河畔林（堤防の中に繁茂する木々の総称、洪水を引き起こす原

木質から飼料への実証事業モデル  
（北海道・北見市）



- ・事業主体：地元廃棄物処理業者（㈱エースクリン）
- ・亜臨界水反応装置（バッチ式）：2m<sup>3</sup>圧力容器（温度190℃、圧力13気圧、処理時間30分）
- ・黒毛和牛17頭の飼養実証：2014年～2015年（235日間）
- ・新木質飼料の品質：病原性微生物や有害物なし
- ・可消化成分TDN=32%、そのうち繊維分画=72.5%
- ・増体重効果：従来飼養法=0.53kg/日、新木質飼料=0.58kg/日

資料提供：株式会社エースクリン

ンレス製であれば、実用に供することができる。

・すべての有機物が有価物に

亜臨界水は前述のように高分子を低分子に分解できるツールであり、地域に存在するすべての有機物が対象となる。

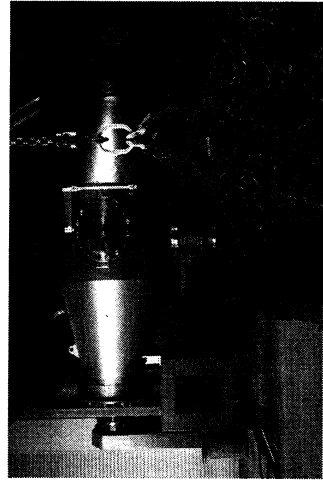
亜臨界水処理を用いた資源化の産業モデルとして①未利用の木材資源から家畜の飼料を作る。②堆肥化の生産モデルでは、家畜糞尿や食品残渣から高機能の肥料造りなどがあり、③有機物から有効成分の抽出分離、④メタン発酵の原料を加水分解しメタン発酵効率化による発電増強モデルなどがある。

・未利用木材資源からの高質飼料生産

わが国の食料自給率（カロリーベース）は四〇％程度であり、先進国では最低レベルである。

食料自給率が低い原因の一つは、畜産業では輸入した高価な飼料で飼養しているためである。農林水産省の統計に拠ると、牛の飼料の場合、稲わらや牧草などの粗飼料五百五十一万トン―TDN（総可消化成分）のうちの一・二％を、トウモロコシや大豆粕などの濃厚飼料十九万七千八百トン―TDNのうちの一・九％を各々輸入に頼っている。このため国際的な飼料価格の高騰と高止まりの影響を受けやすく、更には円安傾向が畜産農家の経営を圧迫し畜産業は年々衰退する傾向にある。この対策として、その地域に存在する地場資源を活用し亜臨界水処理することで安価で安全な国産飼料を生産し、その地域の林業や畜産業を支えるとともに、食料自給率を向上させることが出来る。原料としては木材のみではなく、地域に存在する竹、稲わら、鶏糞、コーヒーの搾りかす、食品残渣など幅広い有機物に適應できる。

亜臨界水処理・実証試験  
【北海道北見市 ㈱エースクリン】



2016年10月28日

因の一つ、特にヤナギに注目し亜臨界水処理を実証している。

### ・高機能な堆肥生産

堆肥化そのものは既知の技術である。通常バイオマスを好気性醗酵させ、有機物を低分子化して得られる生成物を有機肥料として利用する。ただ、好気性醗酵時間は通常一―二か月程度掛かるので、臭気や用地確保が問題となりやすい。そこで亜臨界水処理を用いて醗酵時間の短縮と堆肥の高機能化を目指した取り組みが進んでいる。稼働しているのは台湾・宜蘭県（首都台北に隣接）である。近年、台湾では食の安全性への関心が高まり、有機農業に有効な高機能性堆肥へのニーズが高まっている。

この事業では、バッチ式の亜臨界水反応装置（容量二立方メートル）二基を用い、食品残渣や鶏糞を日量二十トン（年間六千トン）受け入れている。処理生成物は、十日間ほど放線菌醗酵プロセスにかけ、最終的な生成物を日量十五トン（年間四十五百トン）製造、有機肥料として国の機関による認定を得て農家に販売している。

### ・堆肥事業の成果

この有機肥料は、ニラ栽培において連作障害が防げるなど微生物学的な農業効果を持ち、農家から高く評価されている。また市場において高機能肥料が一トン当たり二万円以上で売買され、事業採算性が確保され、さらに亜臨界水処理装置の増設が検討されている。

なぜ亜臨界水処理で製造した肥料が有効なのか。松井三郎京都大学名誉教授によると、亜臨界水反応装置（バッチ式）の場合、処理後の肥料自体は無菌状態であり、しかも有機物が低分子化した結果、自然界に生息する放線菌（自然界の抗生物質作用）が繁殖し、十日間程度で放線菌醗酵が生じる。この結果、放線菌醗酵後の二次生成物は土壌中の病害菌抑止効果を持つ機能性堆肥に仕上がる為、有機農業に有効であり、亜臨界水処理に加え放線菌醗酵プロセスを付加することが重要であると指摘している。

## 二、TPP対策の武器として……亜臨界水処理技術

亜臨界水処理装置により地元産の全ての有機物が地元で使う肥料に転換できる。地元の農耕地に適応すれば産地直送の肥料となり、単なる肥料のコストメリットだけではなく、輸送にかかわる二酸化炭素も削減できる。

現在、日本の農家が購入している肥料はトン当たり四万から七万円と言われている、これが国際競争力を失わせている大きな要因である。日本農業法人会は「日本の肥料は韓国より二―三倍高い」と指摘している。亜臨界水処理での肥料製造コストは一―二万円／トンとみられているので、仮にTPP交渉が決着しても怖くない数値であり、逆に言うと亜臨界水処理は「TPP対策の最大の武器」とも言えるだろう。亜臨界水処理は始まったばかりであり、これから多くの事業展開が期待されている。

### さいごに……亜臨界水処理は地域創生のツール

亜臨界水処理は、前述の如くバッチ処理が主体なので、都市型の大量な有機物処理には向かない。あくまでもその地域内に存在する有機物資源を付加価値のある物質に転換する目的である。従って、その地域の風土や季節、食生活に合ったふるさと特産品に向く飼料や肥料、物質を製造することである。

果物では、青森や秋田では高級リンゴ、岡山ではモモ栽培に、南の地域ではメロン、マンゴ―などで、野菜では群馬県の下仁田ネギや京都周辺で栽培されている京野菜など付加価値のあるモノに注目し、決して全国のスーパーマーケットで年中大量に売られているモノを扱ってはならない。

その地域の特産農産物や付加価値のある果実を育てる過程で、知恵を結集し「地域内での新産業創出や雇用の促進」を図ることが、地域創生や一億総活躍時代を切り拓く日本を救う大きなカギとなるだろう。