

ニッセイ緑の環境講座 大阪 2012.02.04

森林・林業の再生に向けて：課題と展望

筑波大学名誉教授 熊崎実

- (1) 明暗を分ける日本と独・墺の伝統林業
- (2) 川上から川下までカスケード利用の仕組みをつくる
- (3) 有望な中山間地での地域熱供給システム
- (4) 日本の資源的なポテンシャルはすこぶる大きい
- (5) 地域の自立はエネルギーの自立から

育成林業発祥の地～日本と中央ヨーロッパ

○コンラッド・タットマン『日本人はどのように森をつくってきたのか』(熊崎訳、築地書館)

- ・朝鮮半島や中国が極度の森林荒廃を経験したのに、日本はなぜ「緑の列島」であり続けたか？
- ・森林伐採を規制し、積極的に木を植え育てる徳川期の制度に注目
- ・日本はドイツとともに世界に先駆けて収奪的な林業から持続的な育成林業への転換に成功した

○最初の体系的な造林書

- ・宮崎安貞『農業全書』(とくに巻9)、1697年刊
- ・ハンス・カール・フォン・カルロヴィッツ『シルビクルチュラ・エコノミカ』、1713年刊

明暗が分かれた二つの伝統林業

- 労働集約的で比較的伐期の長い伝統的な育成林業は高い木材価格に支えられたものであった。
- しかし木材市場の国際化とともに木材価格が低落する一方で、林業賃金が上昇し、林業の収益性は著しく悪化していく。
 - ・木材利用の変化: むく材→再構成木材
 - ・育成林業の変容: 効率重視の短伐期林業の台頭
- 独・墺はこの苦境の間にも木材の生産水準を何とか維持し、近年では生産量の増加と世界市場への進出が目立つ。
- 他方、日本は1000万haもの人工林を造成したにもかかわらず、木材の生産量は70年代以降低下の一途をたどり、森林の管理放棄が進んでいる。

動かなくなった日本の森林

「山は動かさなければ山は死に、人は食えず、山村は疲弊していく」 石原猛志『森林工場への道』(1983年刊)

植林地の林木は年を重ね、密度が高まるにつれて活力が落ちてくる。伐採と更新を繰り返して絶えず森林を若返らせ、木材を収穫すると同時に、森の活力と健康を維持する行為が「林業」である

○当面の最重要課題 ⇒ 山を動かす仕組みをつくる

・現状：補助金付きの伐り捨て間伐

最悪の林分密度管理、環境にも良くない

・一歩前進：補助金付きだが間伐材を全量利用する

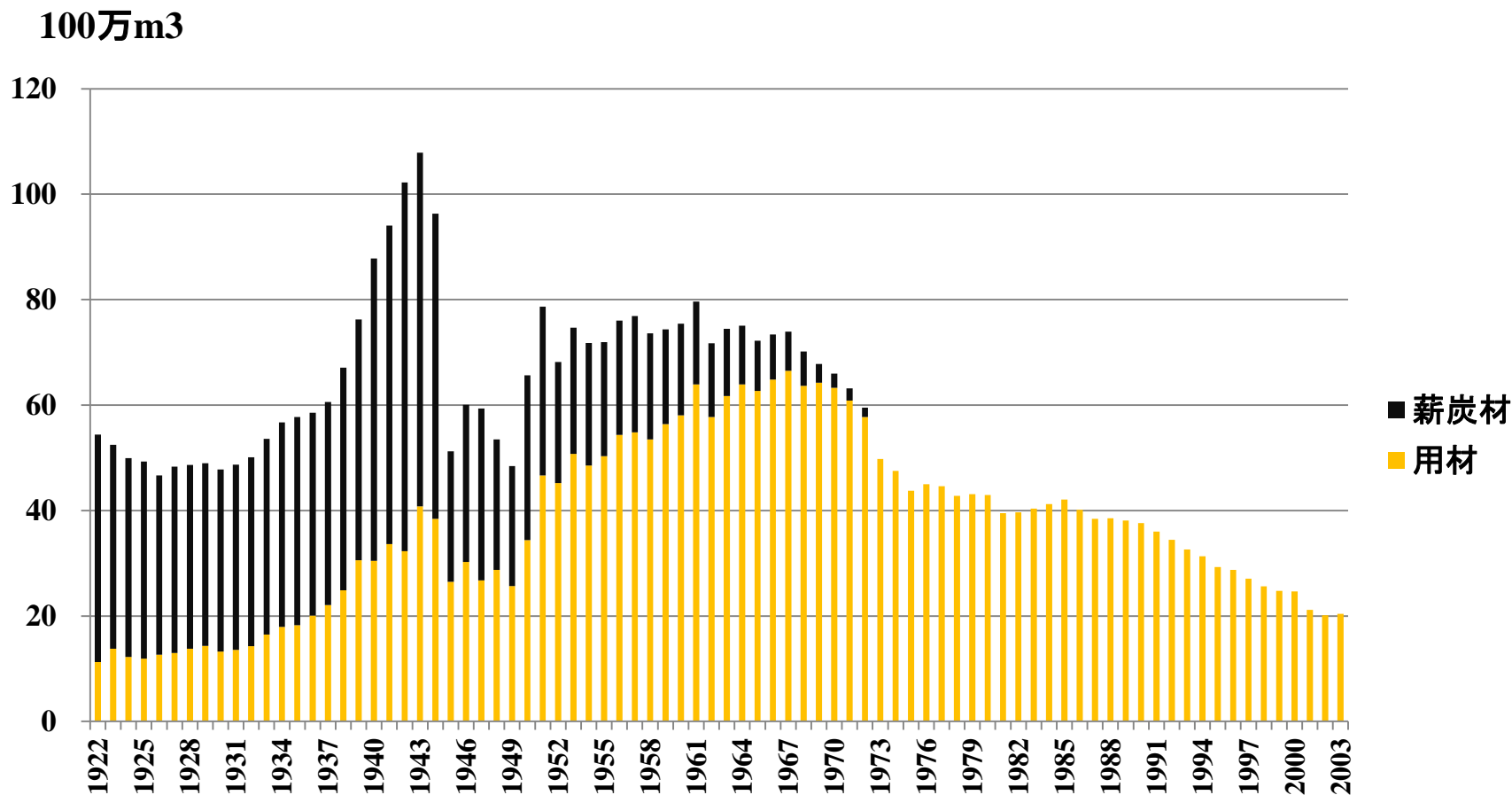
エネルギー利用による雇用増加と化石燃料代替などが期待できる
しかし木代金はほとんど出ない

・目標：林業経営の中で間伐がなされ材が利用される

独・墺は間伐補助金がなくおおむねこのレベル⇒その背景は？ 4

立木伐採材積に見る日本林業80年の軌跡

拡大の前半40年と縮小の後半40年

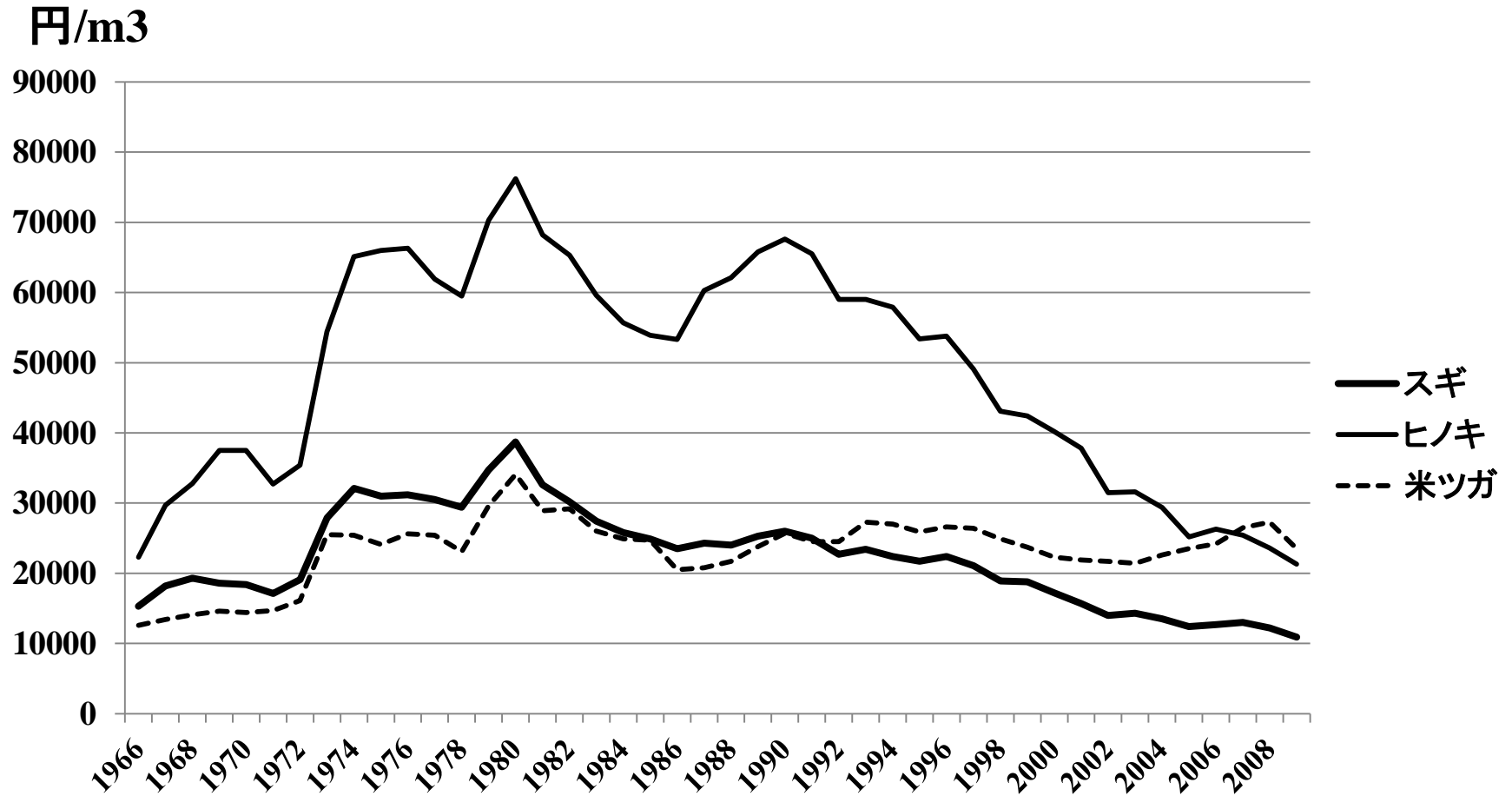


注) 立木伐採材積は森林で伐り倒されて搬出された幹の材積である。

2004年以降は伐り倒された量が計上されるようになり、ここでは03年までにとどめた。

出所) 林野庁『林業統計要覧』各年版

激変する材価に振り回された戦後のスギ・ヒノキ林業 樹種別丸太価格の推移(1965-2009年)



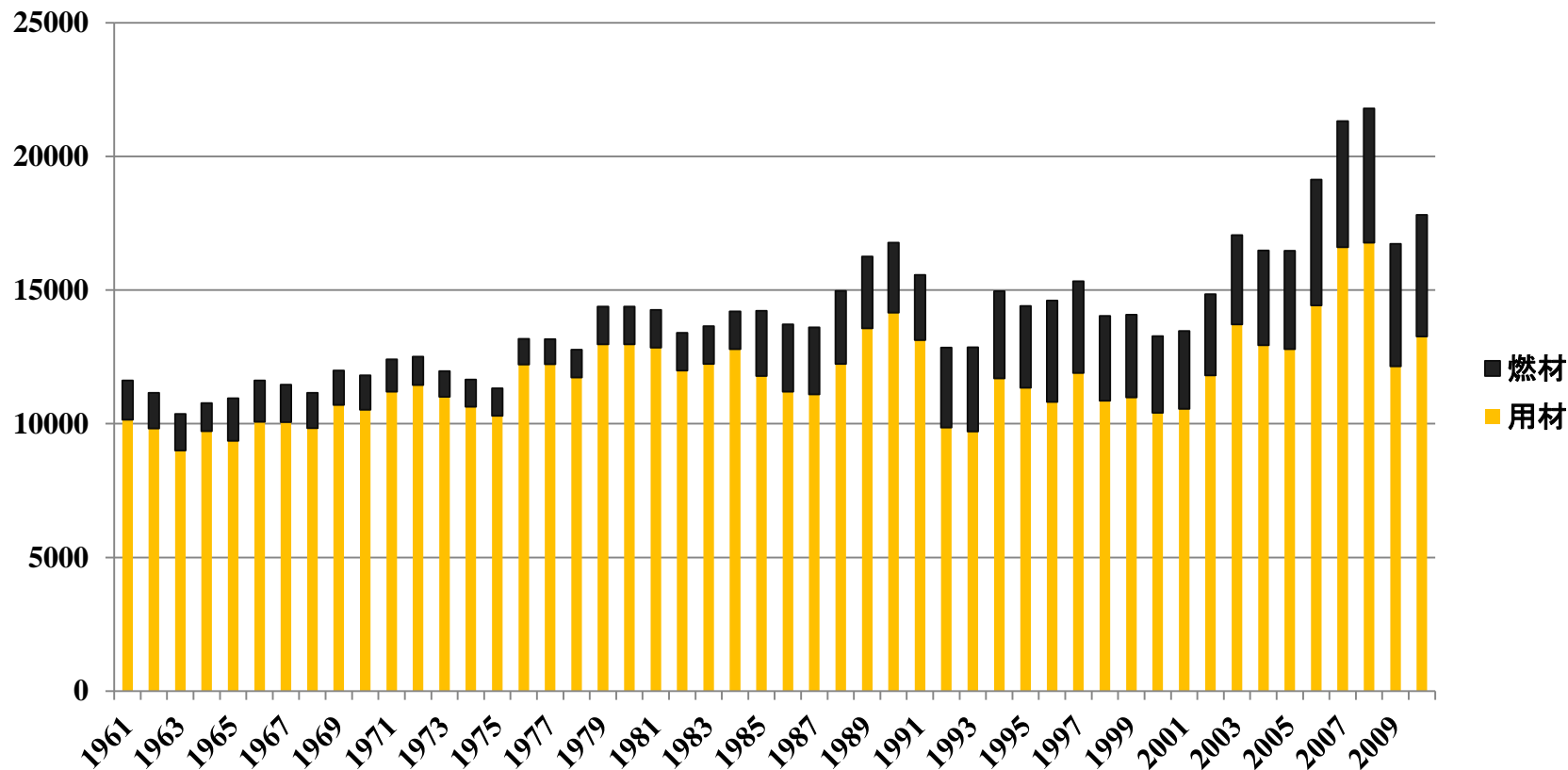
注:スギとヒノキは径14~22cm、長さ4mの中目丸太、米ツガは径30cm上の6m材である。

出所:農林水産省『木材需給報告書』各年版

安定的に推移するオーストリアの木材生産

1961～2010年

1000m³

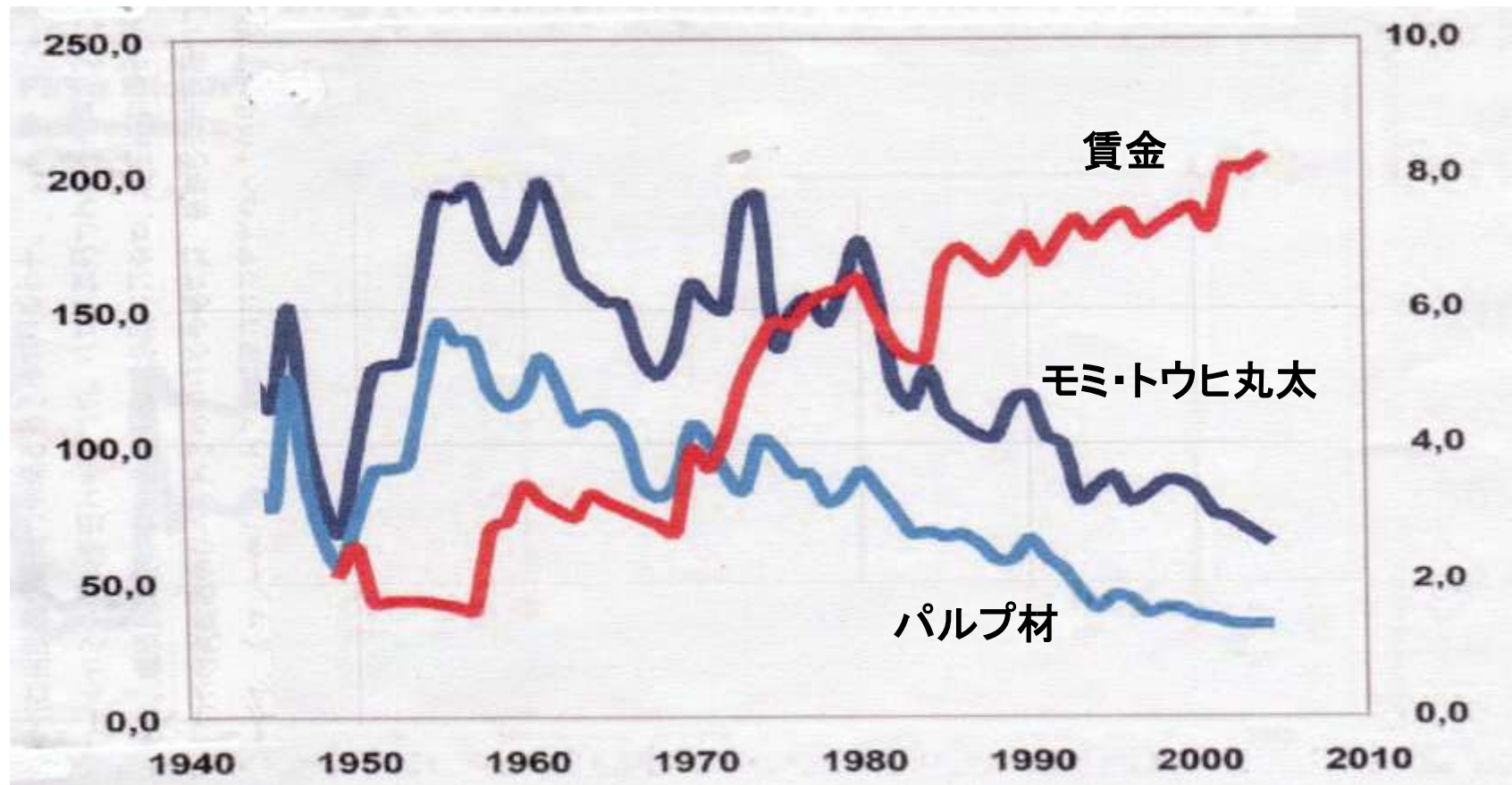


出所)FAO: Forestry Database

木材価格の下落と林業賃金の上昇は欧州でも オーストリア 1945～2005年

材価 €/m³

賃金 €/時間

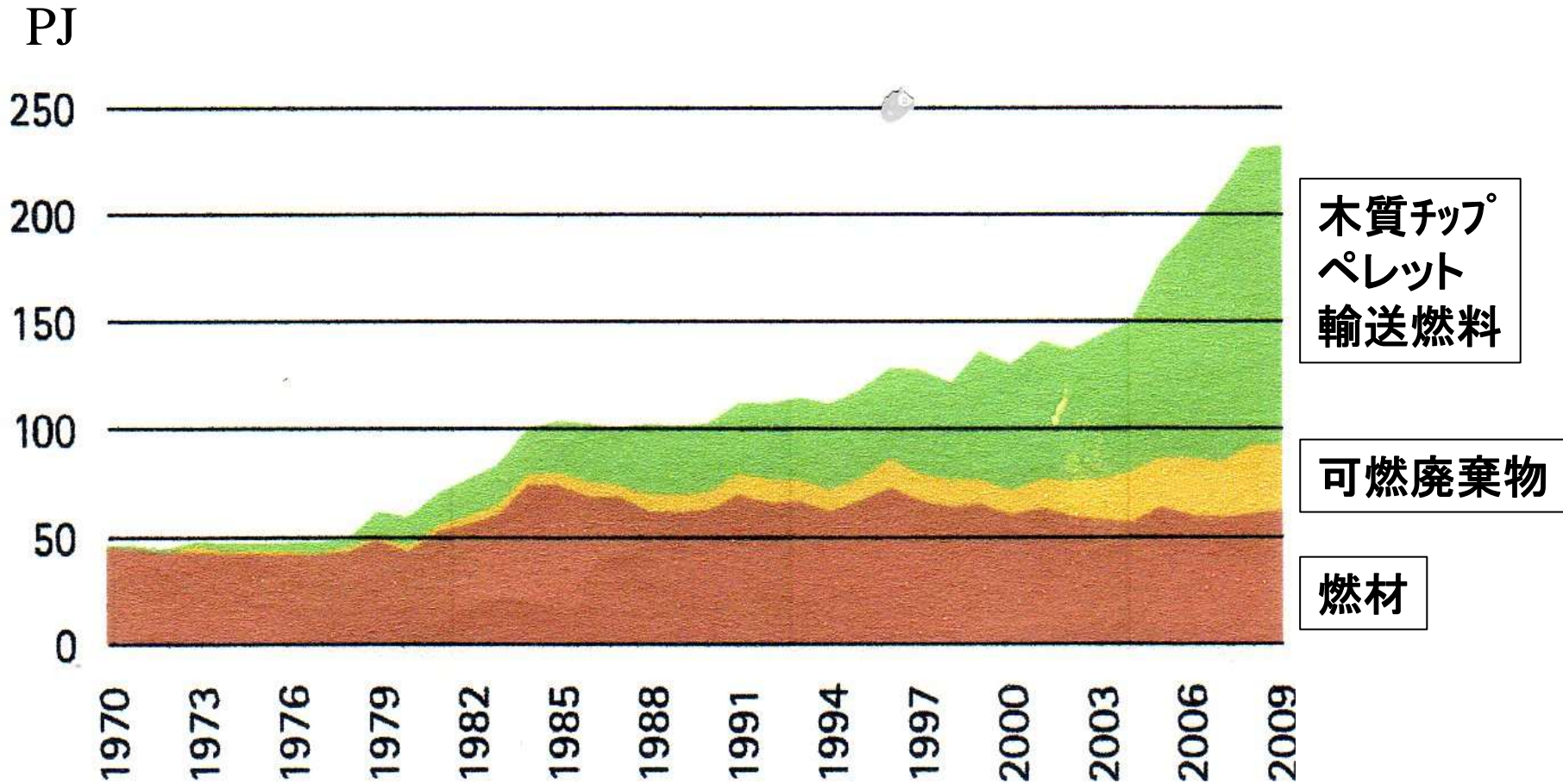


注) 木材価格と賃金は2000年代の貨幣価値で実質化

出所) J. Zöscher: Wood to energy. オーストリアンシンポジウム 東京 2011.2.14

オーストリアの木質エネルギー

現在では国内の総エネルギー消費の13%を賄う



出所) Austrian Energy Agency: Basisdaten 2011 Bioenergy

独・墺の林業は日本とどこが違うか

①成熟した森林資源基盤

100年前後の伐期で木材を持続的に生産する構造になっている

②国内の森林に限なく張り巡らされた林道網

基幹林道が計画的に整備されてきた

③基礎的な森林保育の励行

中小規模の森林所有者に対しても適切な技術指導がなされてきた

④製材工場の大規模化と原木の大量集荷体制

中小森林所有者のための木材の共同出荷の仕組みが作られている

⑤木質バイオマスの徹底したカスケード利用

森林から伐り出される多種多様な木質バイオマスをすべて使いつくすシステムが一般化している

木質バイオマスのカスケード利用を目指そう

○「一番玉林業」からの脱却

高く売れる良質材だけを市場に出荷し、低質材を山に捨ててくる在来のやり方はもはや成り立たない。良質材の価格が大幅に下落した今、低質材や林地残材の有効利用がカギを握る。

○カスケード利用を実現するための要件

- ・木材の供給を担う山側では、製材用丸太とともに低質材や林地残材も一緒に搬出する(全木集材とプロセッサの利用)。
- ・木材加工を担う川下の林産業では、各工程、各業種の連携を図り、全ての木質材料が無駄なく使い尽されるようにする(垂直統合)。

○カスケード利用の典型的な例

- ・製材工場に組み込んだ発電事業と木質ペレットの製造
- ・集積基地での低質材・林地残材の収集、仕分け、破碎および出荷
- ・分散型の小規模地域熱供給システム:低質バイオマスの受け皿

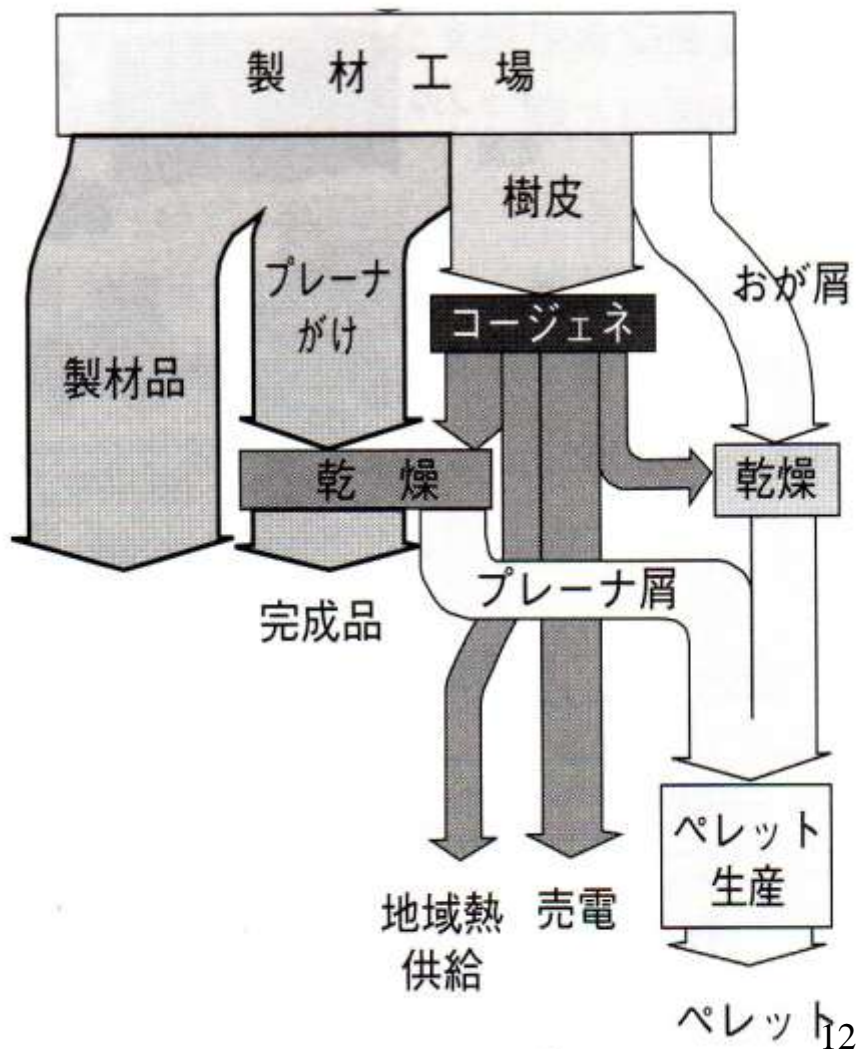
マテリアル利用とエネルギー利用は一体のものだ

欧州の大規模製材工場における木材利用

製材工場 原木 130万m³/年
製材品(挽材)とプレーナ
がけ完成品を生産

熱電併給(コージェネ)プラント
燃料は樹皮
電気 5,000kW 外部に販売
熱 27,000kW 木材乾燥
地域熱供給

ペレット工場
年間生産量 75,000トン
(1時間当たり8トン)
原料 プレーナ屑 25,000トン
おが屑 25,000トン



森林チップによる本格的なCHPプラント：期待と挫折

シマリング(ウィーン)のバイオマス発電所

○概要 ウィーンの電力公社、地域熱供給公社、連邦森林局が
コンソーシアムをつくり1/3ずつ出資。2003年運転開始

○優れた性能 循環流動層ボイラー、蒸気520°C/120bar

出力 冬季：電気15.1MW、熱37.0MW(効率80%)

夏季：電気23.5MW(効率36%)

燃料 75m³(層積)/h⇒60万m³/年; 24t/h⇒19万t/年
(年稼働時間 8000h)

○現状 電力の固定価格買取があるにもかかわらず、採算が取れ
なくなっている。

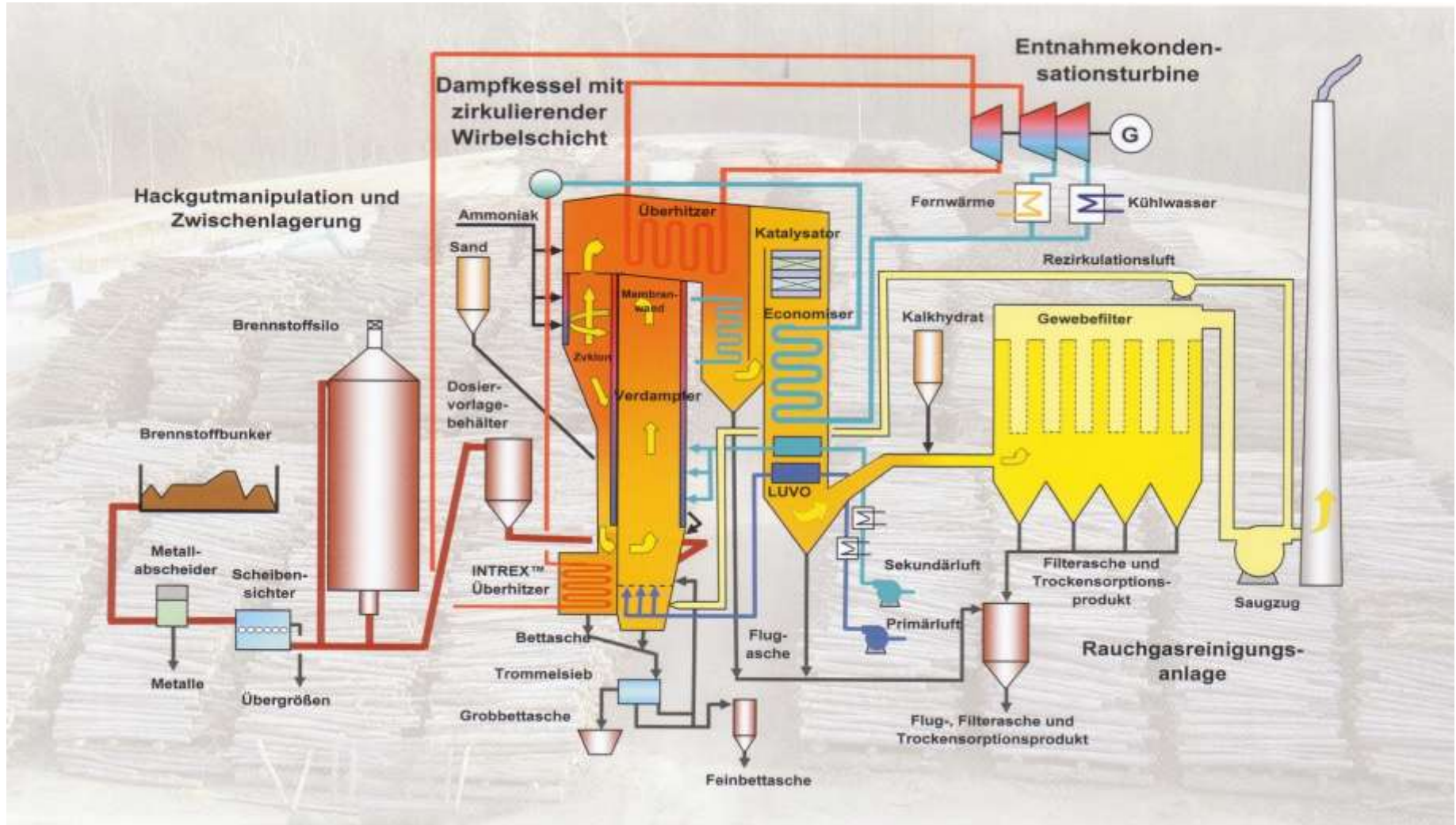
理由：①間伐小径木をトラックで運び込み、プラント近くの
土場で破碎しているがコストが高い

②年間の稼働時間のうちCHP稼働は31%しかなく、
全体効率も50%以下に低下している



シマリング・バイオマス発電所

シマリングのバイオマス熱電併給プラント





シマリング発電所の小丸太集積基地

オーストリアで木質ペレット市場が急拡大した背景

○木質ペレットが安定的に供給されるようになった

製材工場の大型化にともなって、ペレット製造プラントの規模も大きくなり、高品質の木質ペレットがリーズナブルな価格での安定的に供給されている。

○「ペレット・チェーン」が完結して次の三つの要件が満たされた

①安全で性能のよい燃焼装置が入手できる

②品質の保証されたペレットが生産され、その配送網が整備されている

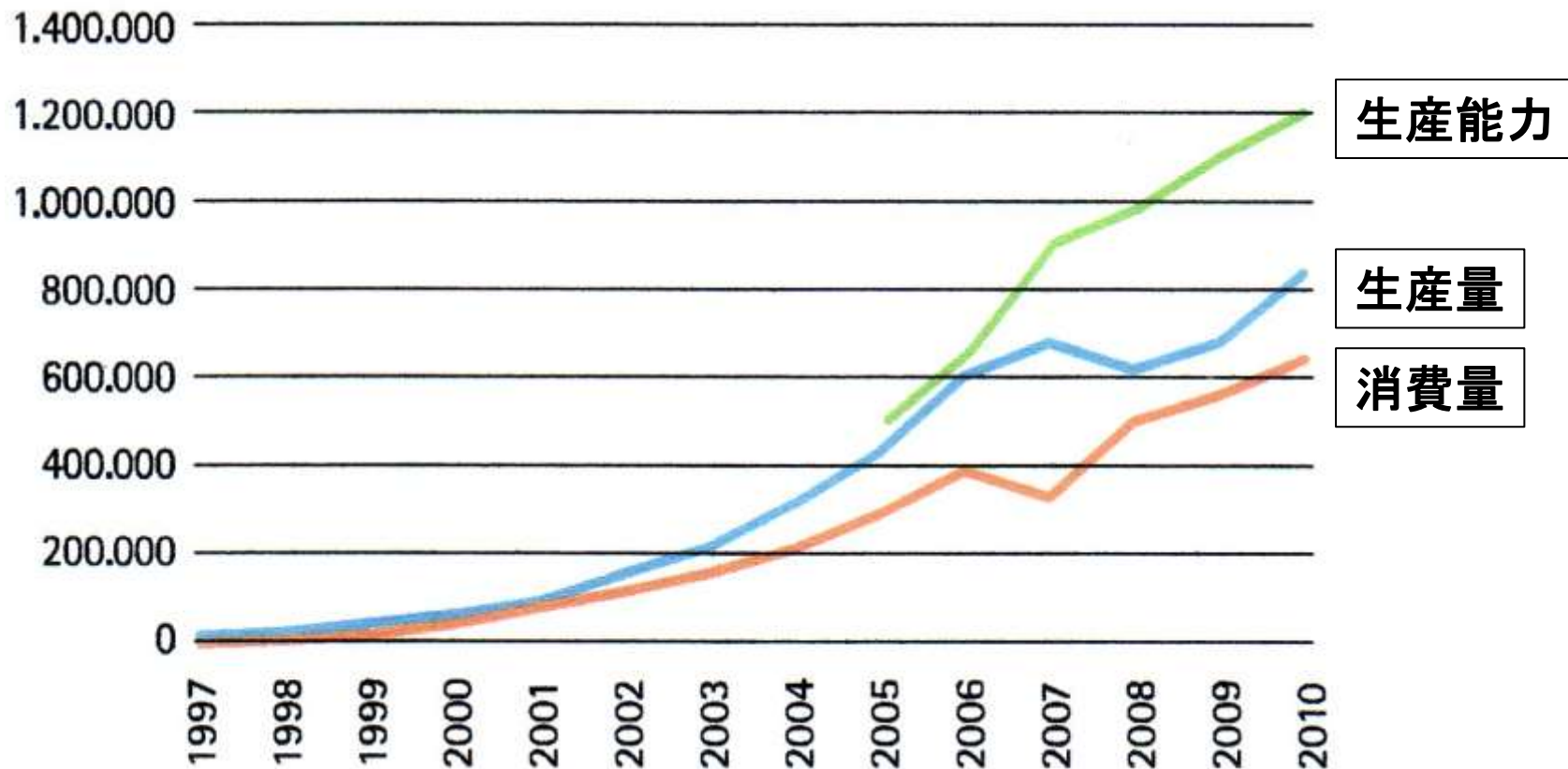
③燃焼機器の取付と事後サービスの体制が整っている

○「エネルギー・サービス会社」の台頭

この会社は、ペレット冷暖房装置の導入を望む顧客に対して最適システムを設計・提案し、契約が成立すれば、装置の据付、燃料補給、燃焼制御、メンテナンスなど一切のサービスを提供。

ペレット市場の動向

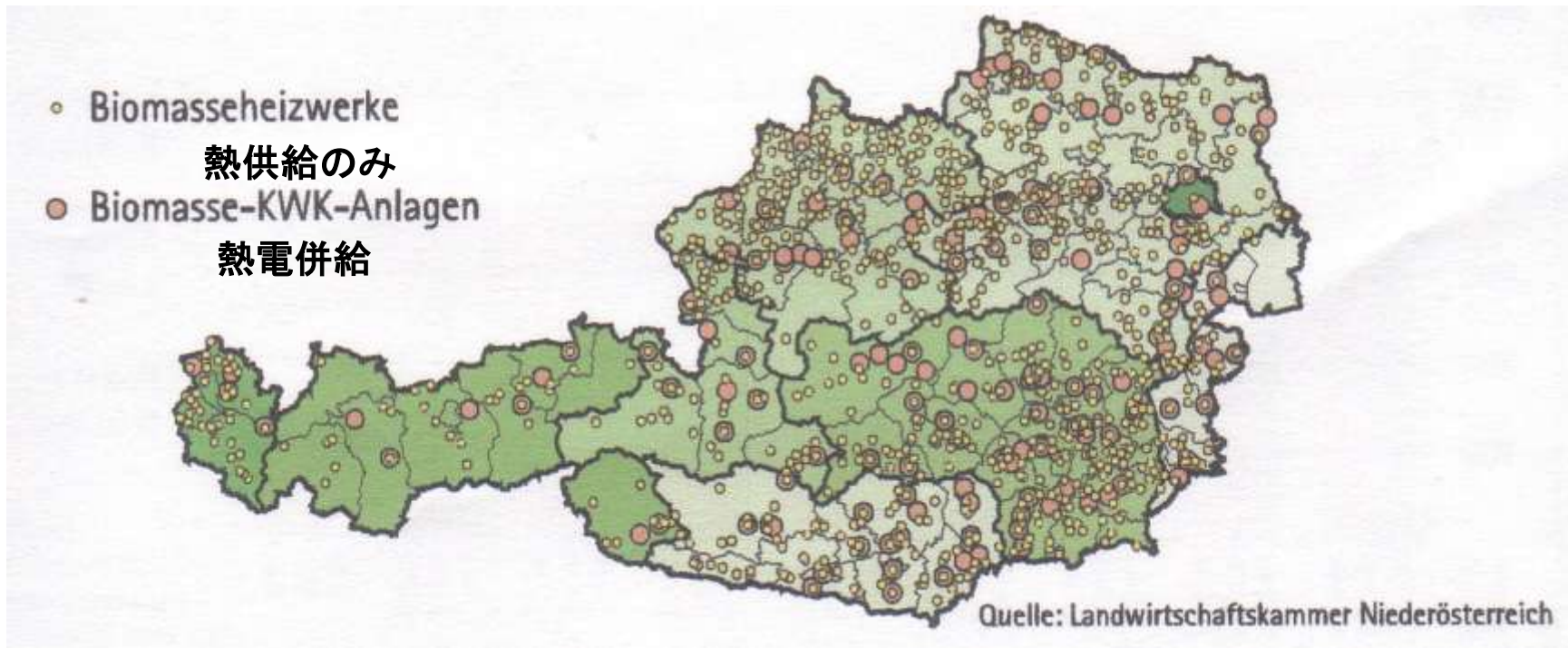
オーストリア 1997~2010 トン



木質燃料による地域熱供給システム

- オーストリアでは全世帯の約4割が木質燃料を暖房・給湯の熱源としている。このうちの半分は、薪、ペレットを使ったストーブやボイラによる個別暖房、残りの半分は地域熱供給のネットワークに加入している。
- 地域熱供給プラントの多くは熱出力で1000kW以下の小規模なものだが、比較的输出規模の大きいものは発電も行う。国全体で1500箇所以上。
- 必要な燃料用チップは周辺の森林から出てくる間伐小径木や近隣の製材工場からの残廃材で賄われている。燃料の生産・運送、プラントの管理、システムの運営はおおむね地元の人たちが担う。

バイオマス地域熱供給プラントの分布 オーストリア 2010年



林家による地域熱供給の一例

オーストリア中部のバイオヴェルメ社の場合

○設立(2001年)

17戸の農家林家と4戸の専門林家の有限会社

○熱生産

ボイラ出力 4,000kWと1,000kW各1基(階段式ストーカ炉)

○熱供給

配管の延長 10km、契約出力 7,000kW、接続戸数 150

○投資費用

熱発生施設 170万ユーロ、熱供給施設 290万ユーロ

○燃料

チップ、おが屑、樹皮 12,000m³(srm)/年

農家等が生産したチップ 5,000m³(srm)/年

○実材積1m³を販売した場合の収支(ユーロ)

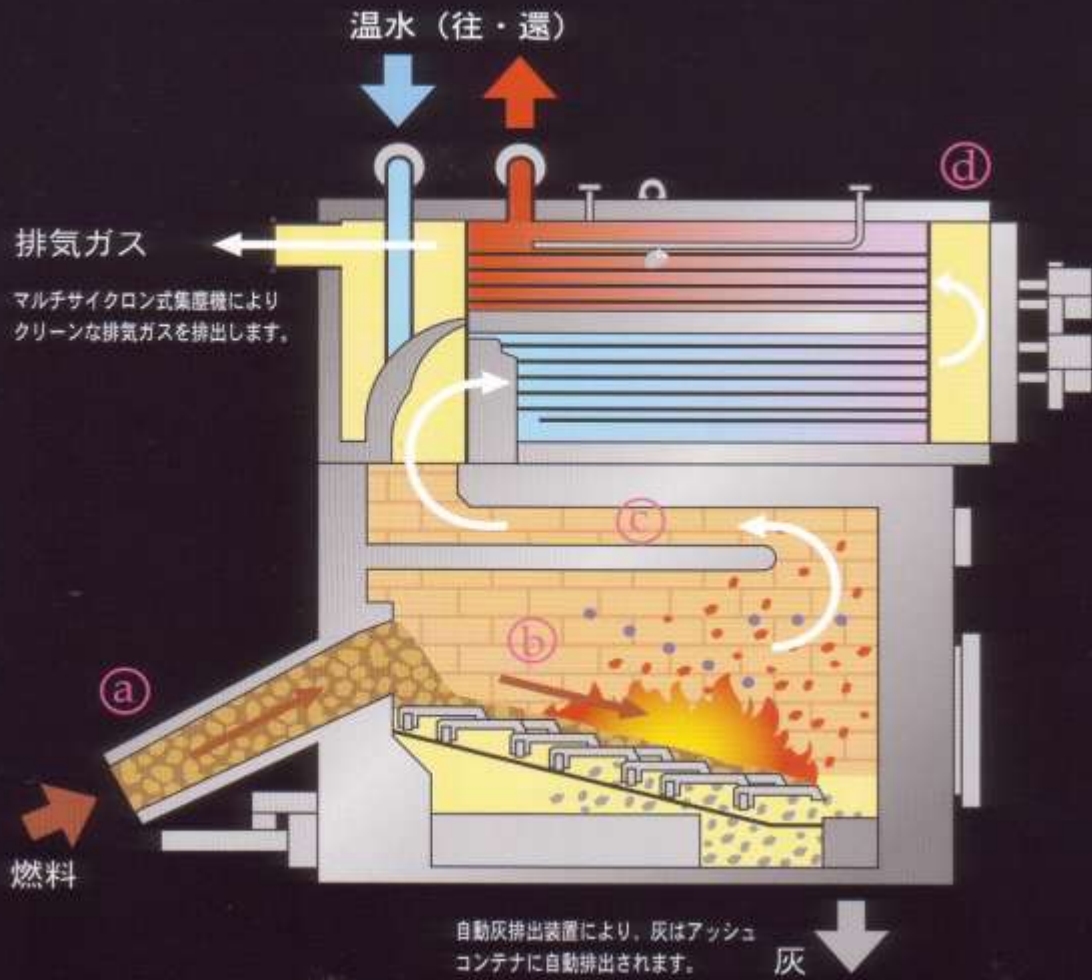
木質チップ 収入 49.3 支出 38.0 木代金 11.3

パルプ材 18.2 25.0 ▲6.8





ストーカー型バイオマスボイラ



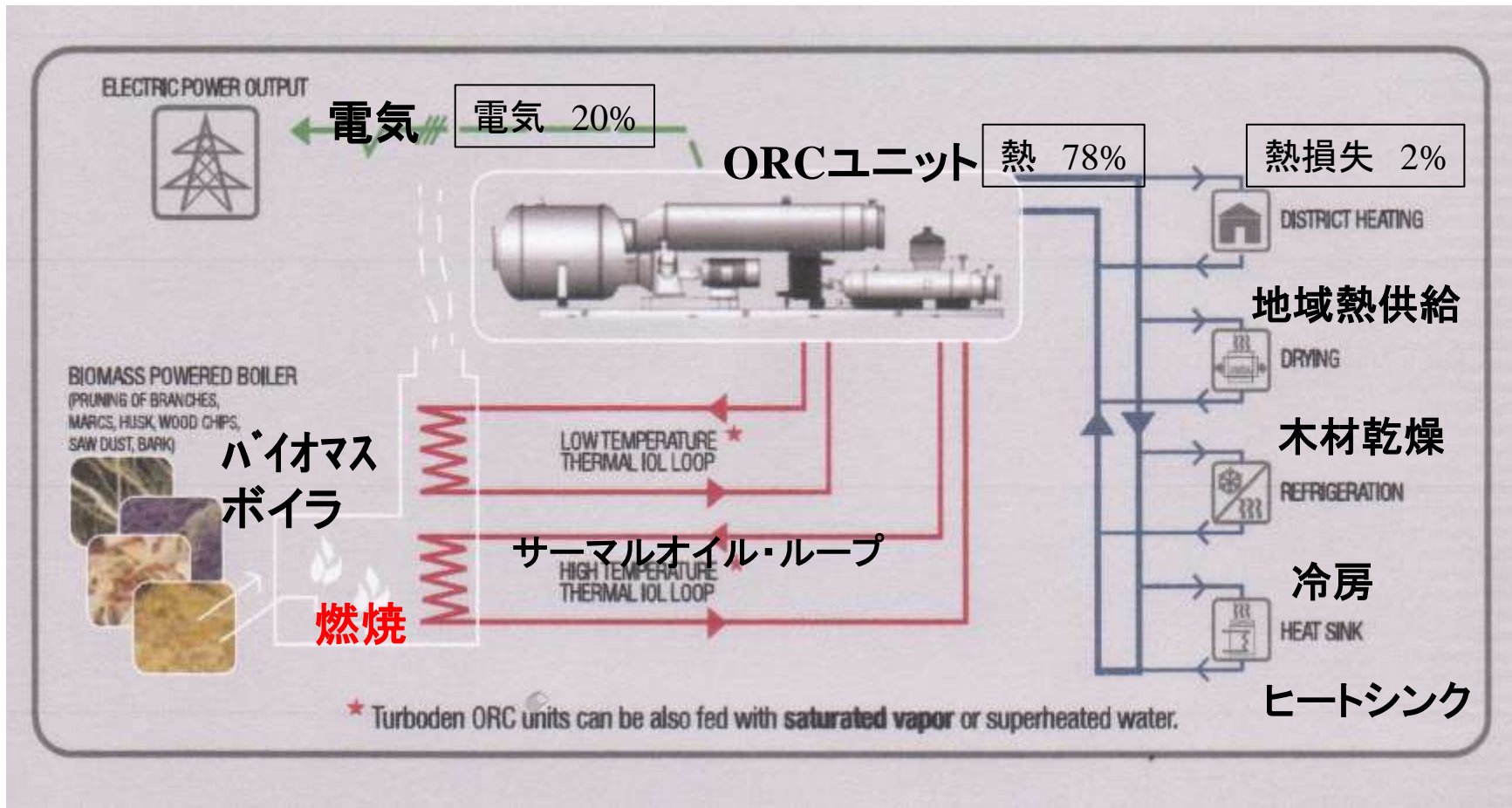
特長

- ① 階段式ストーカ炉の採用により生木や生チップ等の高含水率の燃料も完全燃焼できます。
- ② パーク100%での燃焼も可能です。
- ③ 各種センサ、安全機構により、最適な燃焼条件と安全性を維持します。燃焼状況は、インターネットを利用した監視システムにより遠隔地からの監視が可能。
- ④ 目的に応じて、温水、熱水、蒸気の取り出しができます。温水利用（無圧）の場合は、ボイラ資格が不要です。

注目されるORCによる熱電併給システム

- 通常の蒸気サイクル発電では出力規模が大きくなると発電効率が低く、採算が取れない。
- 500～2000KWeの規模の熱電併給であれば、オーガニック・ランキンサイクル(ORC)で20%程度の発電効率が確保できるようになり、近年ではストーカー型バイオマスボイラと組み合わせて設置する例が増えている。
- ORCの主な利点
 - ・完全な自動運転、連続運転で操作が容易
 - ・オペレーターが常時見守る必要がなく、運転・管理に要する時間は週に3～5時間。ボイラ管理者も不要。
 - ・投資コストはやや高めだが、運転コストは安い
- 24時間熱を供給する地域冷暖房、製材工場(木材乾燥)、ペレット工場(原料乾燥)などと組み合わせるのが最適。

ORC のシステム構成



ORC プロセス



日本でも導入可能な中山間地での地域熱供給

- 通常、市町村役場の近くには各種の公共施設や集合住宅、事業所などの大型建造物が集まっている。その中心に据えられたバイオマスボイラから各建造物に熱を供給する。
- 比較的温暖な地域では、暖房・給湯のみならず、冷房も行いたい。その場合は太陽熱を取り込むこともできる。
- 地域熱供給では大型のボイラが導入され、樹皮、枝葉などの低質バイオマスがすべて利用できる。燃料が十分に得られれば、発電も可能。
- 今後、当該地域で計画的な間伐や、森林整備が実施されるとすれば、大量の低質材や林地残材が出てくる可能性がある。これを集積基地に集め、仕分け、加工、販売を行う。

日本で見られ始めた新しい動き

(1) 燃料用チップの価格が上昇している

安価に出回っていた廃材チップが近年品薄になり、燃料チップの価格が上昇してきた。化石燃料価格の上昇と自然エネルギーへの政策支援でさらなる追い風となろう。

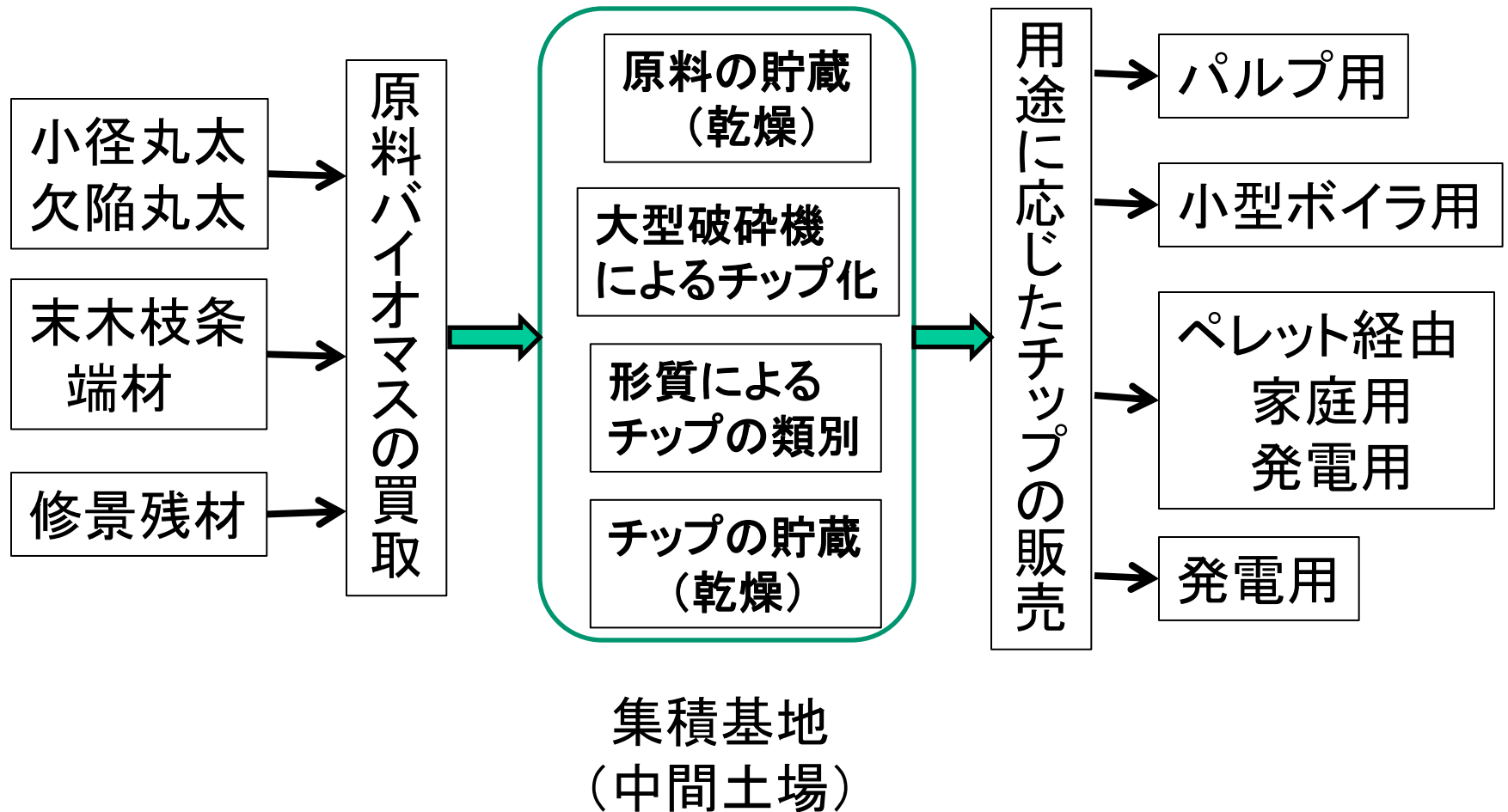
(3) 森林チップの調達コストが低下してきた

森林チップの調達方法には、資本集約度の高い企業型と、その低い
農民型とがあるが、両者ともそのコストは経験を重ねるにつれて低下することが知られている。わが国でも低下傾向が出てきた。

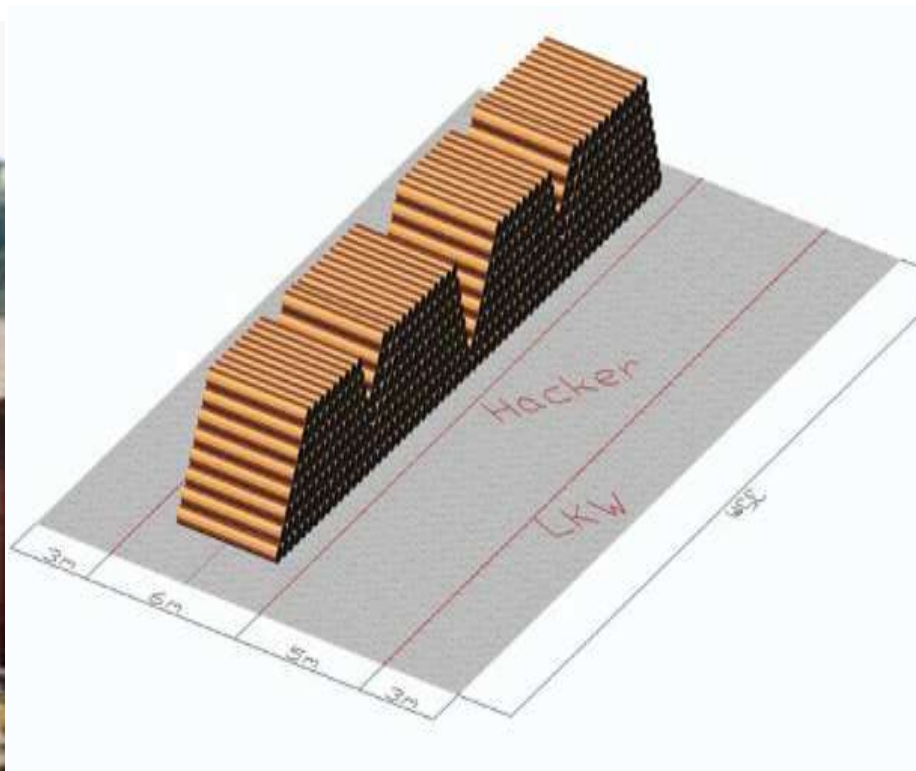
(4) 低質材の取引市場が形成され始めた

川上と川下の中間でチップにしかない低質材を一括して買取り、これを木質チップに加工してさまざまな用途に振り向けるビジネスが台頭
している。買取価格は生トン当たり3,000～5,000円程度でも相当量の低質材が集まっており、壘・独並になっている。

集積基地を軸にした 森林系バイオマスの収集・加工・販売



U-1250 (Starch1) と中間土場



中間土場の構造
材料堆積場の最小幅 6m
チップパー用道路 5m
トラック用道路 3m

オーストリア・中部カリンシアでの調査例 中間集積土場での破砕システム

森林チップの生産コスト

	1m ³ (容積)当たり	トン当たり	
・収穫	8.72€	29.07€	(3,924円)
・土場への集積	2.84	9.46	(1,278)
・土場での貯蔵	0.24	0.80	(108)
・チップ化・積込	1.76	5.86	(792)
・輸送	2.93	9.77	(1,319)
・待機時間など	0.12	0.40	(54)
・合計	16.60	55.33	(7,470)

注: 1€=135円、チップのかさ密度0.3t/m³で換算

出所: BIONET2, Fact sheet of supply chain in Austria, April 2007

中小規模林家の重要な役割

- 独・墺では家族労力で林業を営む中小規模の「自営林家」(農業などの兼業が多い)が木材生産の重要な部分を担っている。地域熱供給システムの導入を先導したのも彼らであった。
- 中小規模林家が自分で伐採する場合は、農業用トラックターをベースマシンとする軽装備の技術が使われる。時間当たりの生産性は低いが、トータルコストではそれほど割高にならない。
- 日本では「自伐林家」が激減したため、森林組合などが小私有林を団地化して一括施業する方式が提案されているが、これと並行して独・墺タイプの「自営林家」を積極的に育成していくべきだ。
- この場合、製材用材と一緒に出てくる低質材の出口として、地域熱供給プラントや低質材の集積基地が重要な役目を果たすことになるであろう。

燃料用チップの生産コスト(ドイツ・バイエルン州)

大規模・機械化がいつでも最善とは限らない

サプライチェーン	チップの生産能率 m ³ /h	チップの生産コスト €/m ³
モーターマニュアル(小規模)	1.5	14.5
部分的機械化(中規模) A	2.6	14.2
B	6.2	10.0
C	6.0	12.5
完全機械化(大規模)	7.6	13.8

注: 胸高直径15cmの小径木での数値。これより細いと生産能率が下がり、逆に太くなるにつれて能率がよくなってコストが下がる。

出所: BIONET2, Fact sheet of supply chain in Germany, July 2007

日本の資源的なポテンシャルは大きい

- 独・墺の林業・林産業は市場競争力が強く、木材と木質エネルギーの供給を順調に伸ばしてきた。しかし森林の伐採量は成長量の2/3に達しており、これ以上に増やすのが困難な状況になっている。
- これに対して日本では戦後に植えた人工林が大きくなる一方で、極度の林業不振で伐採量が年々減少している。その結果、1.7億m³/年と見込まれる森林の成長量のうち伐り出される木材の量は0.2～0.25億m³にとどまる。
- 仮に欧・独並に成長量の6割を伐採して利用するとしたら、木質燃料の供給は5～6倍になり、総一次エネルギー供給に占める比率を0.3%から2%に高めることができよう。

森林の林木成長量/伐採量と木質燃料 墺・独・日の比較 2007-08年

	森林面積 百万ha	人口当り (ha)	林木成長量 百万m ³ /年	木材伐採量 百万m ³ /年	木質燃料 百万m ³ /年	TPES 比 %
オーストリア	3.9	(0.46)	31	20-25	17	10.0
ドイツ	11.1	(0.13)	120	70-80	36	3.0
日本・現状	24.9	(0.19)	170	20-25	10	0.3
(可能性)	24.9		170	(100)	(50-60)	(2.0)

注1) 伐採量は伐り倒された立木の量ではなく、森林から引き出された量である。

2) 木質燃料は固形のみで紙パルプ工場の黒液は含まない。

3) TPES比: 木質燃料由来のエネルギーが総一次エネルギー供給に占めるシェア。

4) 日本の可能性の括弧内の数値は成長量の6割を伐採した場合のものである。

地域の自立はエネルギーの自立から

- 日本の中山間地はバイオマスのみならず、小水力、風力、地熱など自然エネルギーの宝庫である。にもかかわらず必要なエネルギーのほとんどを外部（都市や海外）から購入するというのは異常な事態というべきであろう。
- ようやく今、エネルギーの地産地消を通して地域の雇用を増やし、経済を活性化するチャンスが訪れようとしている。当面は、計画的な間伐から出てくる低質材の有効利用で、なるべく多くのエネルギーを自前で稼ぎ出すことだ。これによって、放置されたままの森林が動き始め、林業の再建につながっていく。

参考文献

- ・熊崎 実 『林業経営読本』 日本林業調査会
1989年刊
- ・熊崎 実 「林業再建の道(1)～(10)」 『山林』
2010年4月号～11年1月号
- ・熊崎 実 『木質エネルギービジネスの展望』
全国林業改良普及協会、2011年刊