

バーク(樹皮)を用いた発酵熱エネルギーの利用～
未使用バイオマスの新しい取組～

平成24年1月11日

(株)吉良セイショー
田中 勝美

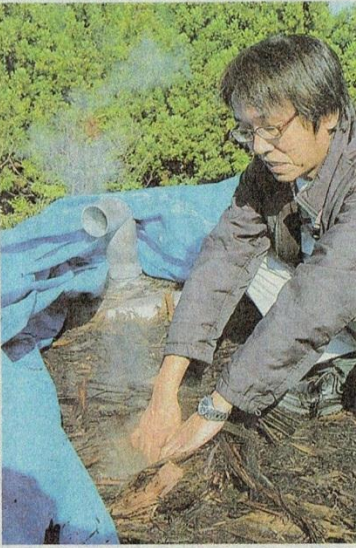
食・農

樹皮再利用に妙案 発酵熱農業に生かせ

大分・日田市で試験

全国有数の木材産地・大分県日田市で、スギやヒノキの樹皮(パルク)を持つために発酵させ、発酵熱を農業などに利用するための現地試験が始まっている。高温に強い微生物を混ぜ合わせたことで、野積みされたパルク内の温度が80、90度上昇。現地では、それが9月半ばに使用しているという。この熱をハウス栽培などに使えないか。樹皮の処分が困っている地元業者も今後の有効活用期待を寄せている。(竹次穂)

山から切り出された木材が集まる日田中央木材市場の敷地内、高敷局になったパルク置場の上り、業者資材販売の吉良セイショ(福岡西区)・岡本材の所まで差し入れてみる。パルクが堆肥として利用できると、発酵が伝わって、1層ほどの深さにかき、試験地を提供している。



90度近くになっていた。夏から発酵が続いているパルク。表層から1層の深さは温度が11.6度上昇している。大分県日田市

岡本材市場によると、日田では製材作業に伴い年間5万、6万立方メートルに余パルクが発生。その用途として①数年間野積みし、堆肥にする②道路の面の補填材として添加する③ペレット化して火力発電所の燃料を使うなどがある。

また、公共事業の減少で補填材の用途は減り、岡本材大手商社が参入していたパレット化事業も赤字で撤退し追い込まれた。製材業者は、分解したパルクが堆肥として利用できるようになるのを時間をかけて待つしかないという。

80~90度 4カ月半続く ハウス栽培、養殖、融雪に



一般的に発酵は常温で続けやすいが、高温帯でも生育する微生物の総称、筑波大の中村順雄教授(応用微生物学)によると、常温以上の37、55、100度付近が「好熱菌(超好熱菌)」、55、100度付近が「高度好熱菌」、それ以上が「超好熱菌」に分類できるという。DNA配列がすべて特定されている好熱菌は世界で数十種知られるとされる。

どハウス栽培の保温に使えないか検討中。現地では、野積みされたパルクの中に長いホースを埋設して温風を取り出す試験も実施中。現在は40、45度の温風が得られている。

冬でもハウス内を10、12度を保つには、重油を燃焼させるのが一般的だが、原油の高騰で農家感が圧迫している。このため、ハウス内を暖め、そこから温風を送り込めるようにできないか、今後、試験したいと考え、ハウスに加え、温風を使ったウナギ養殖や融雪などへの利用も頭懸にあるという。

佐賀県内の農林業、研究機関も、セイショの提案で、発酵熱の利用試験に乗り出そうとしている。岡本社長は、ほかの研究機関にも関心を持ってもらいたいと話している。

好熱菌整ったのは、九州大の金武重二郎特命教授(土壌微生物学)の話。樹皮は樹木を外敵から守るためのもので、分解されたら、微生物にとっては餌がそこそこ少ないとも言える。それでも、発酵がいつも以上に進むと高熱になるとしたら、やはりその「好熱菌」の機能が高いためだろう。それに加え、樹皮の山が熱を蓄えやすかったり、分解を促す空気が入りやすかったりする条件が整っているのかもしれない。

好熱菌整ったのは、九州大の金武重二郎特命教授(土壌微生物学)の話。樹皮は樹木を外敵から守るためのもので、分解されたら、微生物にとっては餌がそこそこ少ないとも言える。それでも、発酵がいつも以上に進むと高熱になるとしたら、やはりその「好熱菌」の機能が高いためだろう。それに加え、樹皮の山が熱を蓄えやすかったり、分解を促す空気が入りやすかったりする条件が整っているのかもしれない。

食卓は語る

現代家族の実像 岩村暢子

子ども(幼児を含む)の便秘気になって、インスピロでは、学校や幼稚園でよく腹痛を起す。便がなかなか出なくて、インスピロロウチン苦しみ、子どもに加え、しましにはあまりの痛みに救急車で病院運ばれる話まで聞かされた。

排便のペースは3日に一回というのでは、もう珍しくない。むしろ「毎日出ないけど、子どもならのサイクルで出ているみたいだから」と親も気にせず、便秘が常態化したケースがよく

ある。毎年の調査で、だいたい4割以上の家庭で母親が「ウチの子は便秘」と答えるが、なぜ、そんな小さな子どもたちが便秘なのか、その食事状態を見ると、むしろ便秘は必然的。積むように思われる。

例えば、ある家の子もたち(6歳と4歳)。朝食は、1人が常食の素うどん、1人がトースト、昼食は市販のハンパ入りたご焼き。



【主婦33歳、夫35歳、長男8歳、長女2歳】夕食はカルボナーラ、パゲティ、ぶどうパン、みんなで一鉢の千切りキャベツ、清涼飲料水、主婦だけ残り物のみそ汁

の嫌いな野菜をすりおろし、訴えられなければ、気づかない、みじん切りにしたり、カレーや焼きそばは混ぜ込み、親などほとんども見なくなり、ジュースや炭酸飲料の代わりに野菜ジュースを飲ませる親も減った。主婦たちに「子ども野菜を食べてほしい」とも減った。主婦たちに「子ども野菜を食べてほしい」とも減った。主婦たちに「子ども野菜を食べてほしい」とも減った。

「目も減った。主婦たちに「子ども野菜を食べてほしい」とも減った。主婦たちに「子ども野菜を食べてほしい」とも減った。」

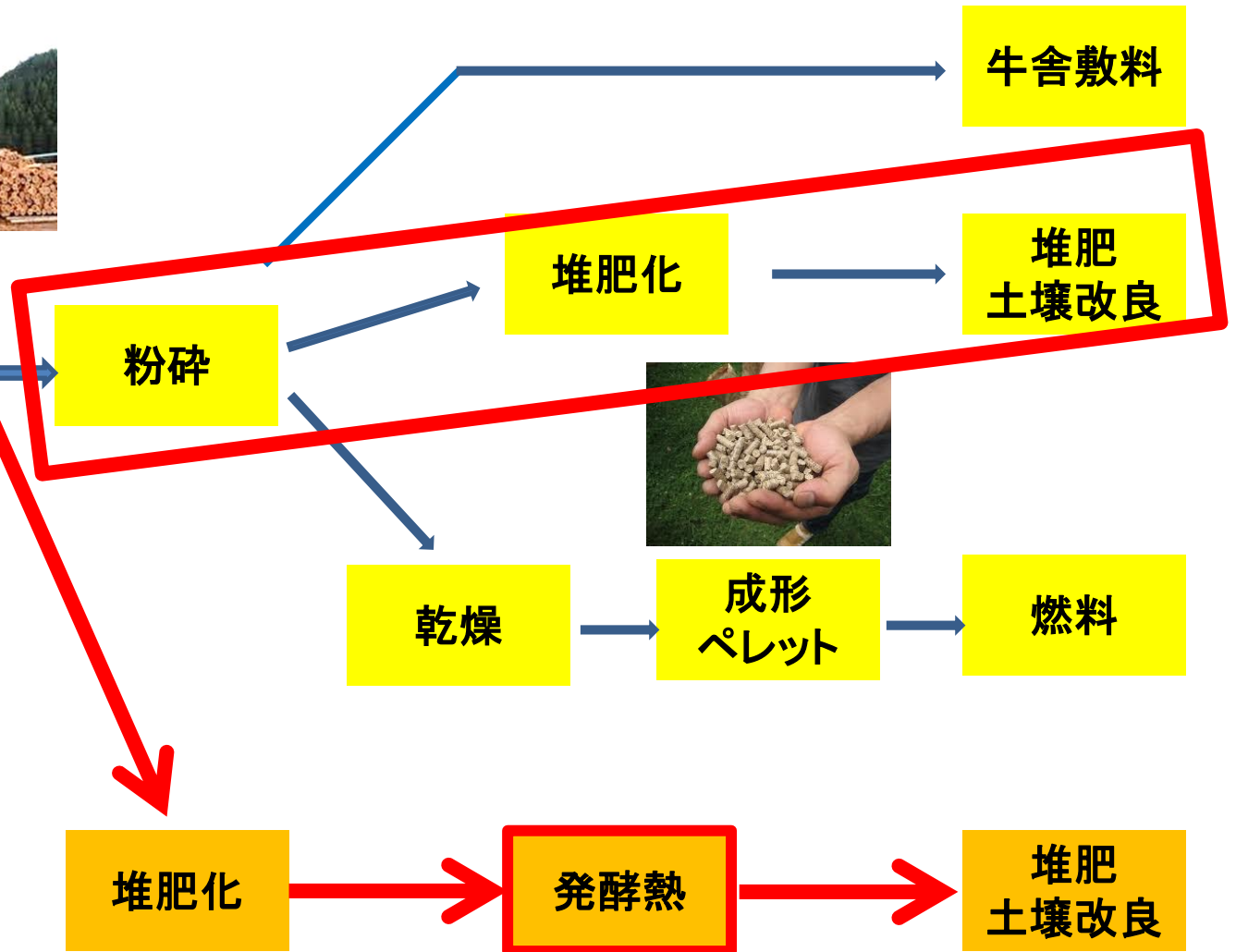
「目も減った。主婦たちに「子ども野菜を食べてほしい」とも減った。主婦たちに「子ども野菜を食べてほしい」とも減った。」

大地と海と

現在**バーク(樹皮)**は、一部ペレットなどに加工され、**燃料**として利用されているが、殆どは牛舎の**敷料**や**土壌改良材**としての利用である。

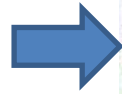


木材市場
製材加工



バーク堆肥の出来るまで～

(NPO法人 日本バーク堆肥協会資料)



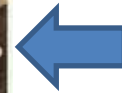
一次発酵
(1年以上～)



粉碎



水分調整

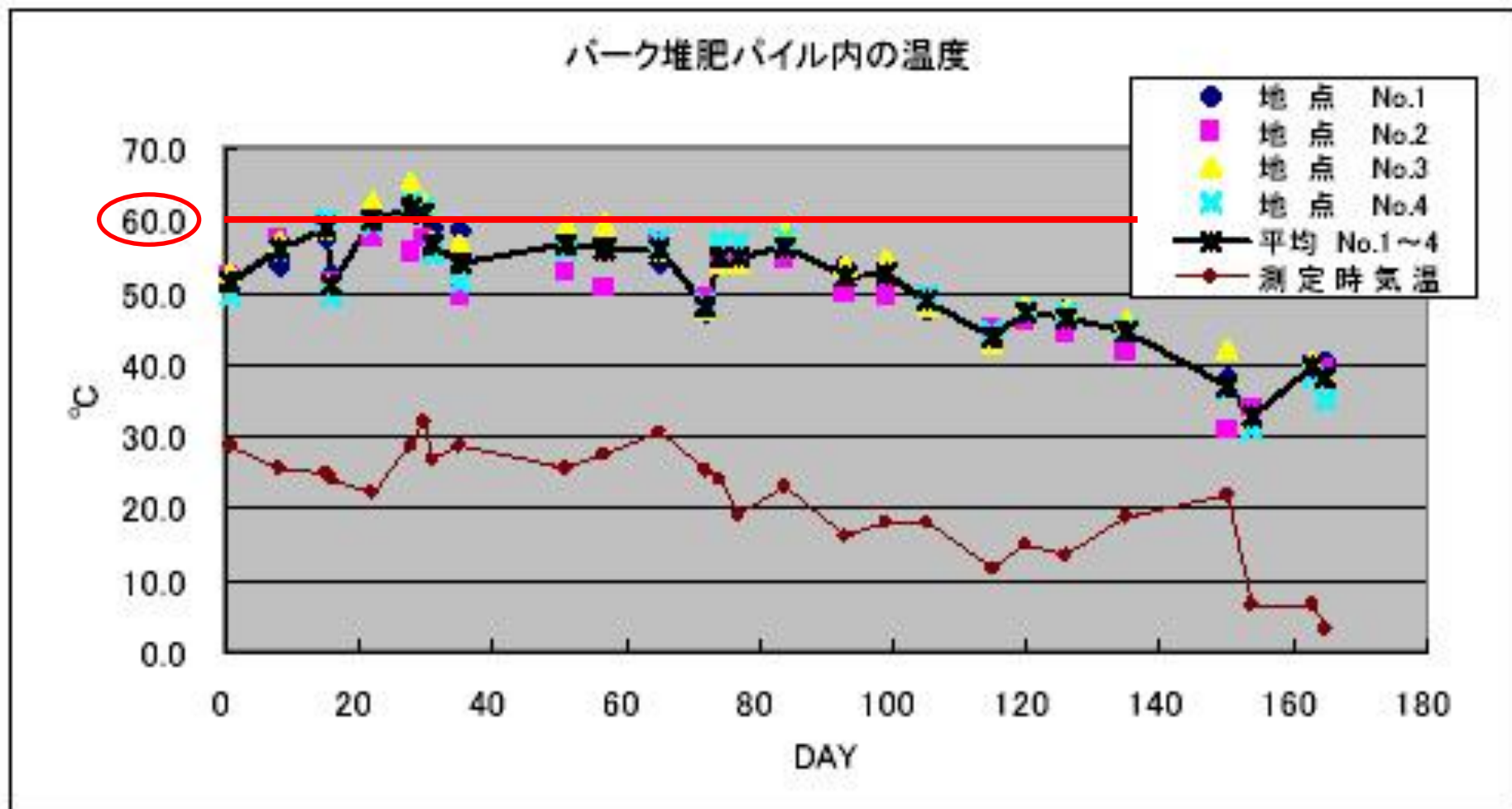


二次発酵
(6ヶ月～)

日田及び筑豊でのバーク堆肥堆積の状況



日本財団図書館資料によるバーク堆肥の内部温度変化を見ても、温度は徐々に下がってくる。



バーク堆肥パイル内の温度変化を図一に示す。実験当初は、バーク堆肥の活性な状態とされる60℃前後を保っていたが、徐々に温度が低下する傾向が見られた。開始後100日経過時点からはほぼ50℃以下を推移し、140日経過時点以降は40℃を下回る状態が現れた。

九州大学の超好熱菌を使った堆肥化方法でも、80度以上の高温は出るが、2週間毎の攪拌が必要であり、また温度は徐々に下がってくる。

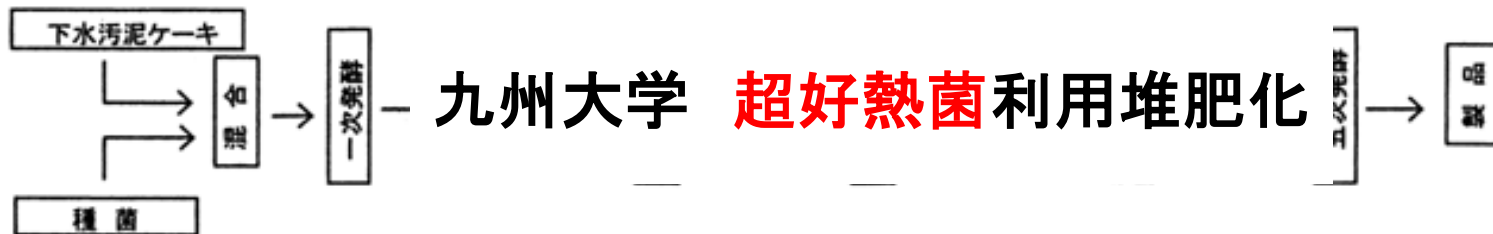
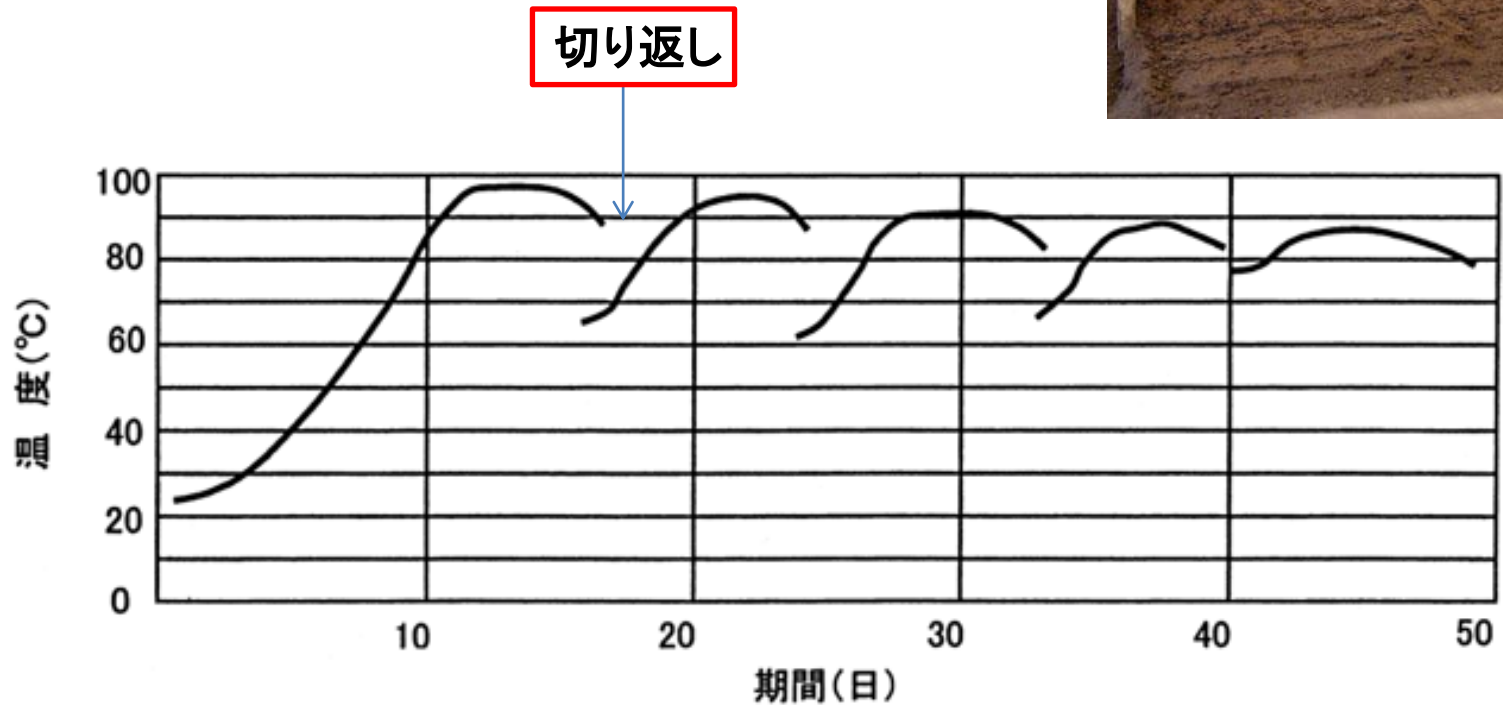


図1 超高温・好気発酵法による下水汚泥（A：石灰凝集剤）コンポストの製造過程の模式図とその温度変化

今回は、特殊な菌を混ぜ、攪拌をせずに、堆積のみで、80度以上の高温を維持している。



パークを堆積するだけ(攪拌なし=切り返しなし)



大分県日田市にて、超好熱菌を混合し、積み上げる。

1週間後には、堆肥上部の90cm地点の温度が78度に達する。





高さ2m～3mに積上げたバークの山



高さ2m～3mに積上げたバークの山



高さ2m～3mに積上げたバークの山

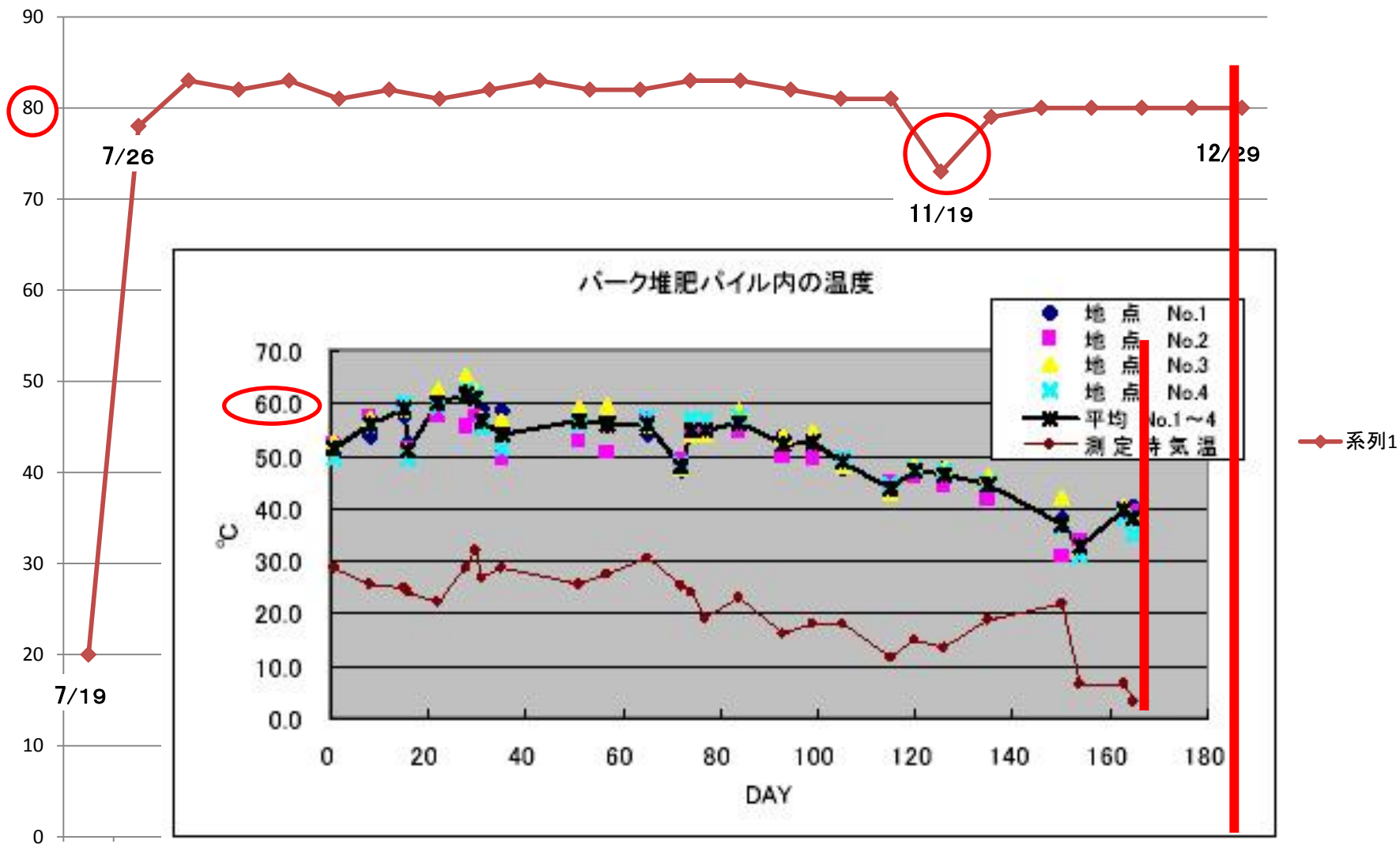


高さ2m～3mに積上げたバークの山

7月19日
菌を混ぜた



日田のバークの発酵熱推移 (7月19日～12月29日)



164日

7月28日



9月7日



10月7日



11月17日



12月18日



12月29日



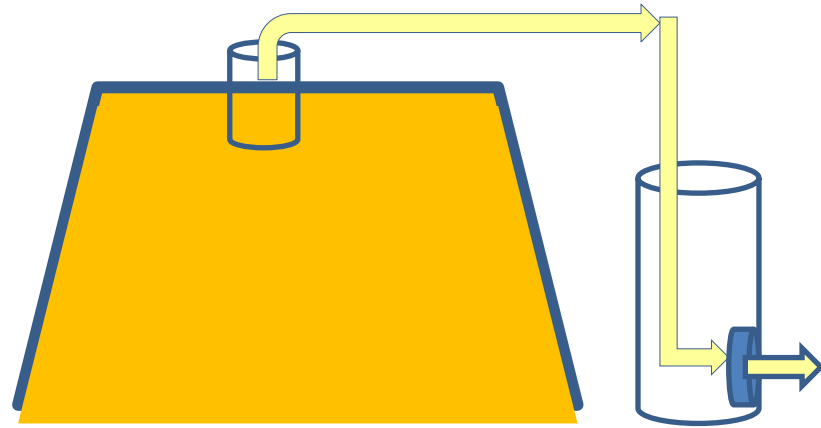
7月19日堆積のバークの温度推移

日田で行なっていること

2~4m

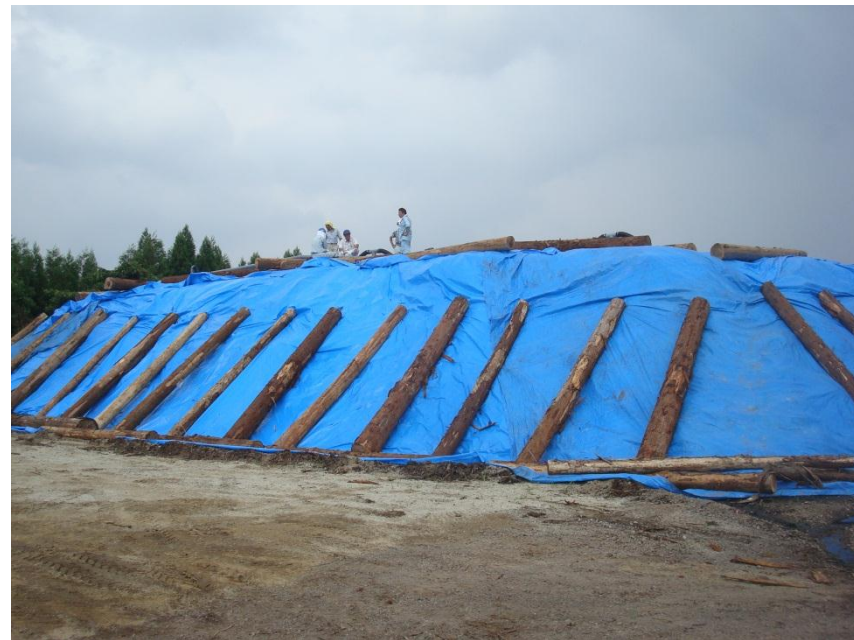


1~3ヶ月野積み



シートで覆い、水分調整

野積み状態で2～3ヶ月～その後水分を調整



7月29日シート



9月23日 43度



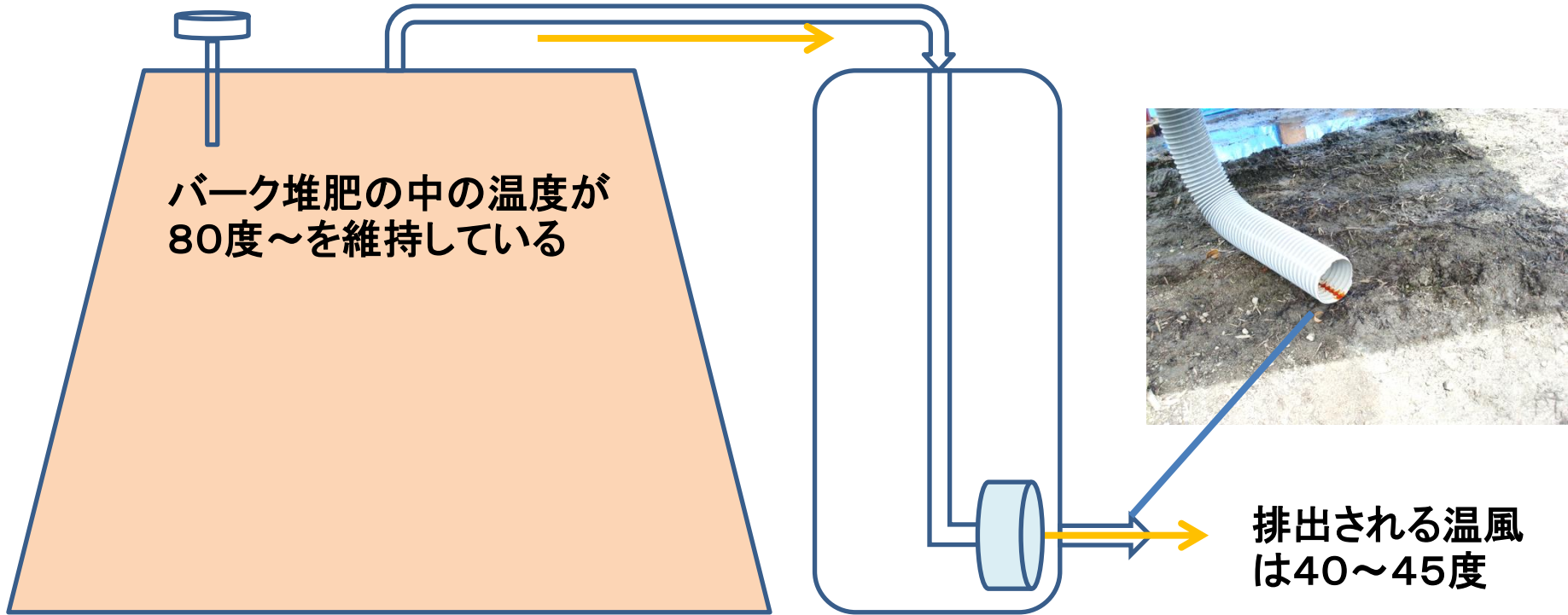
10月中旬まで40度以上を維持





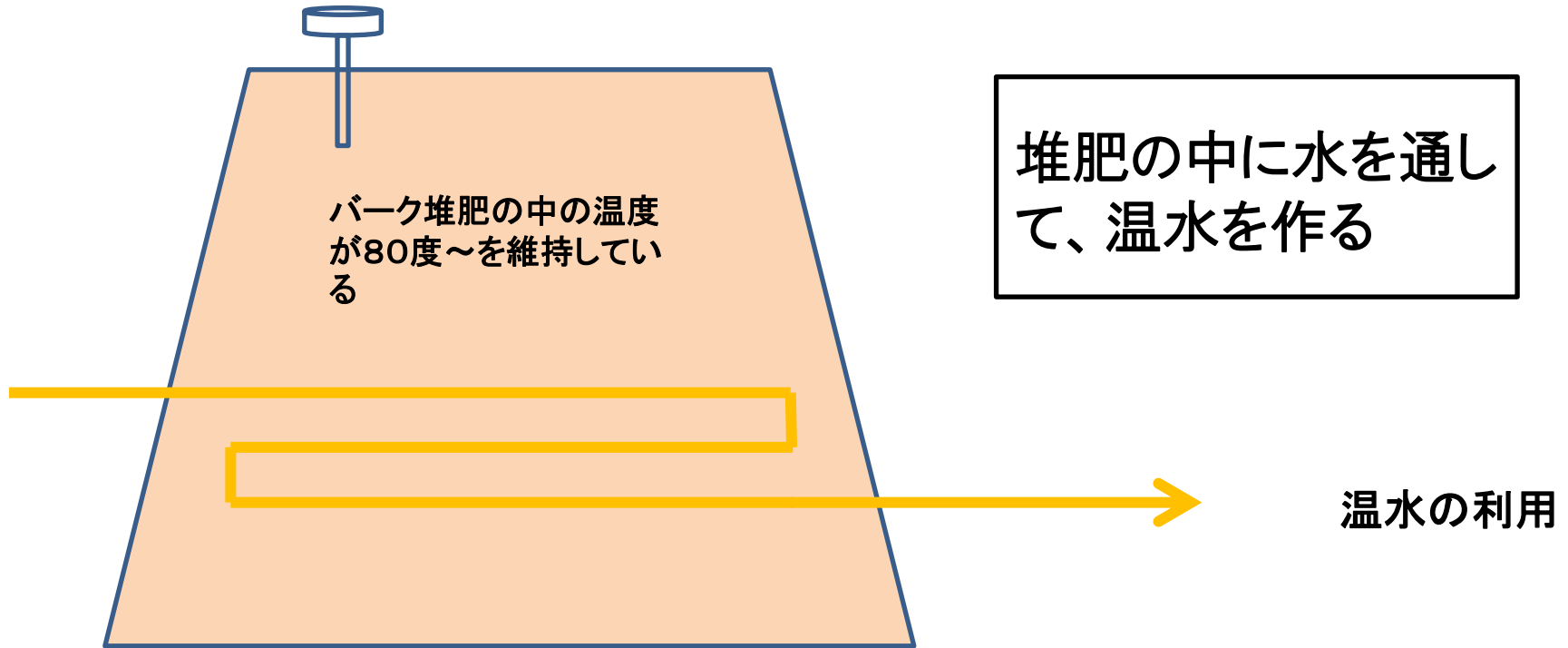
堆肥内の発酵熱をモーターで直接取り出し、暖房として使用する。

熱を吸引する





堆肥の中に耐熱で伝熱性の高いホースを埋込み、その中に水源からの水を通し温水を作り、暖房の熱源や農業用水として利用する。



堆肥の中に100mの耐熱ホースをひきこんで、地下水をそのまま通した実験。





温水.m2

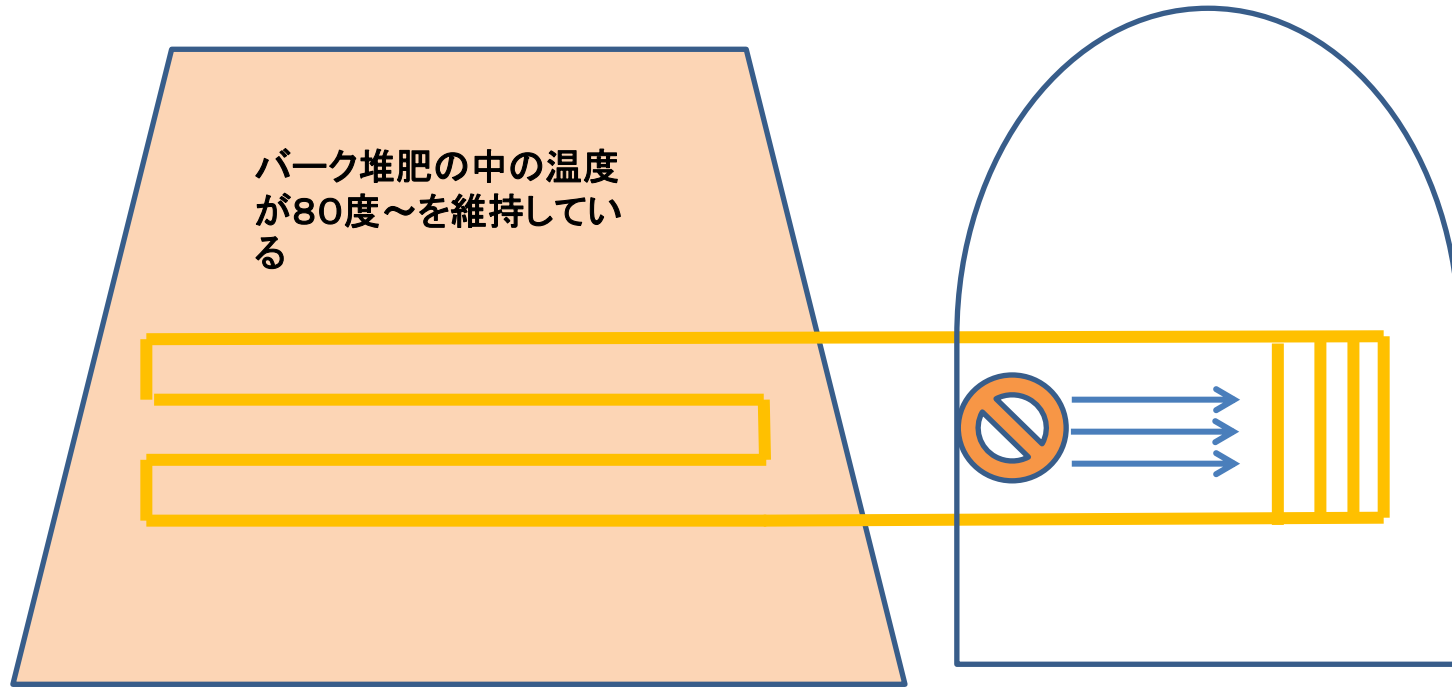
25mmの耐熱ホースを100
m埋込み水を流すと、お湯が
出てくる。30～40度の温水





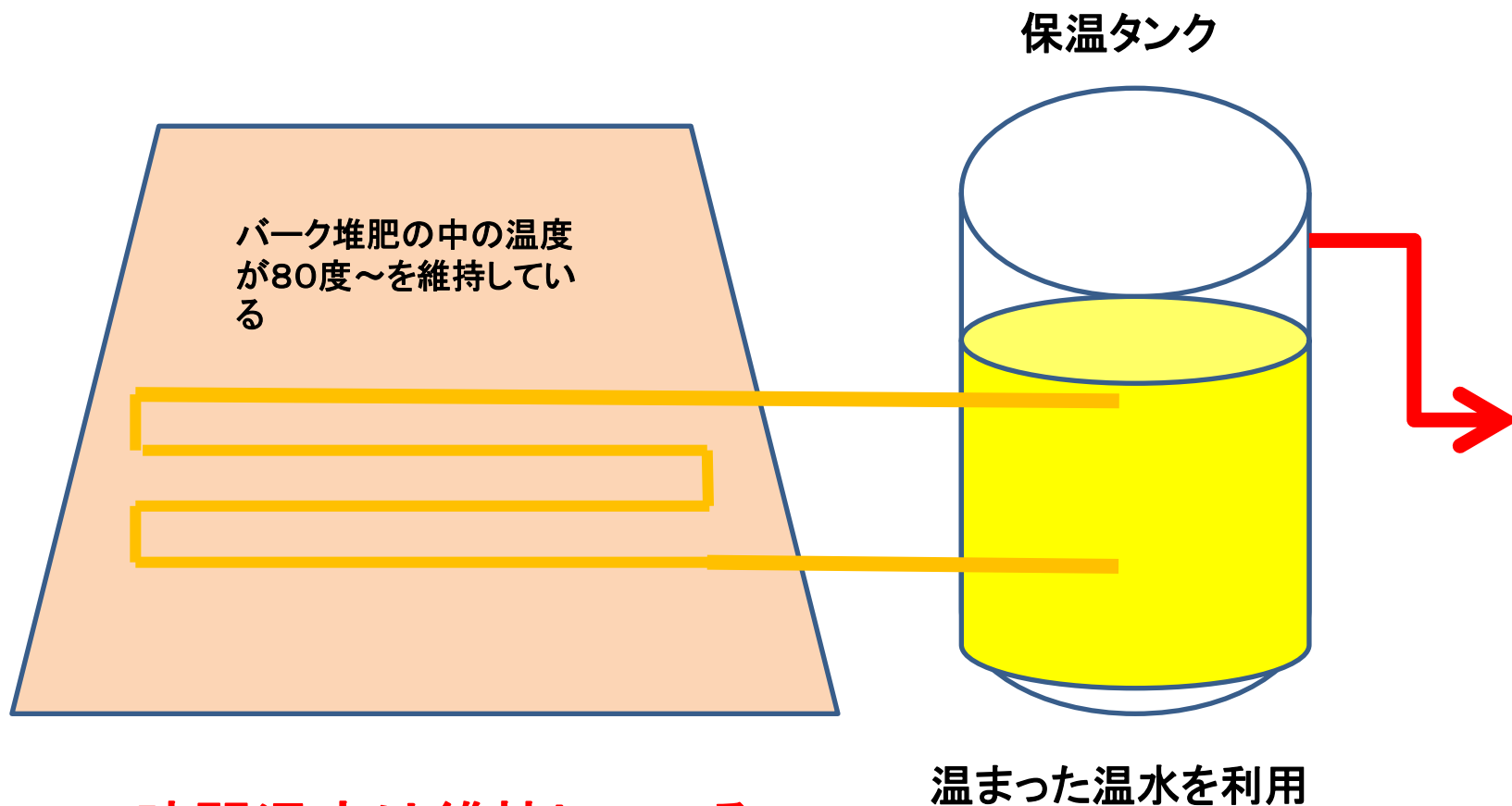
発酵熱からの温水での暖房の例

ハウス暖房





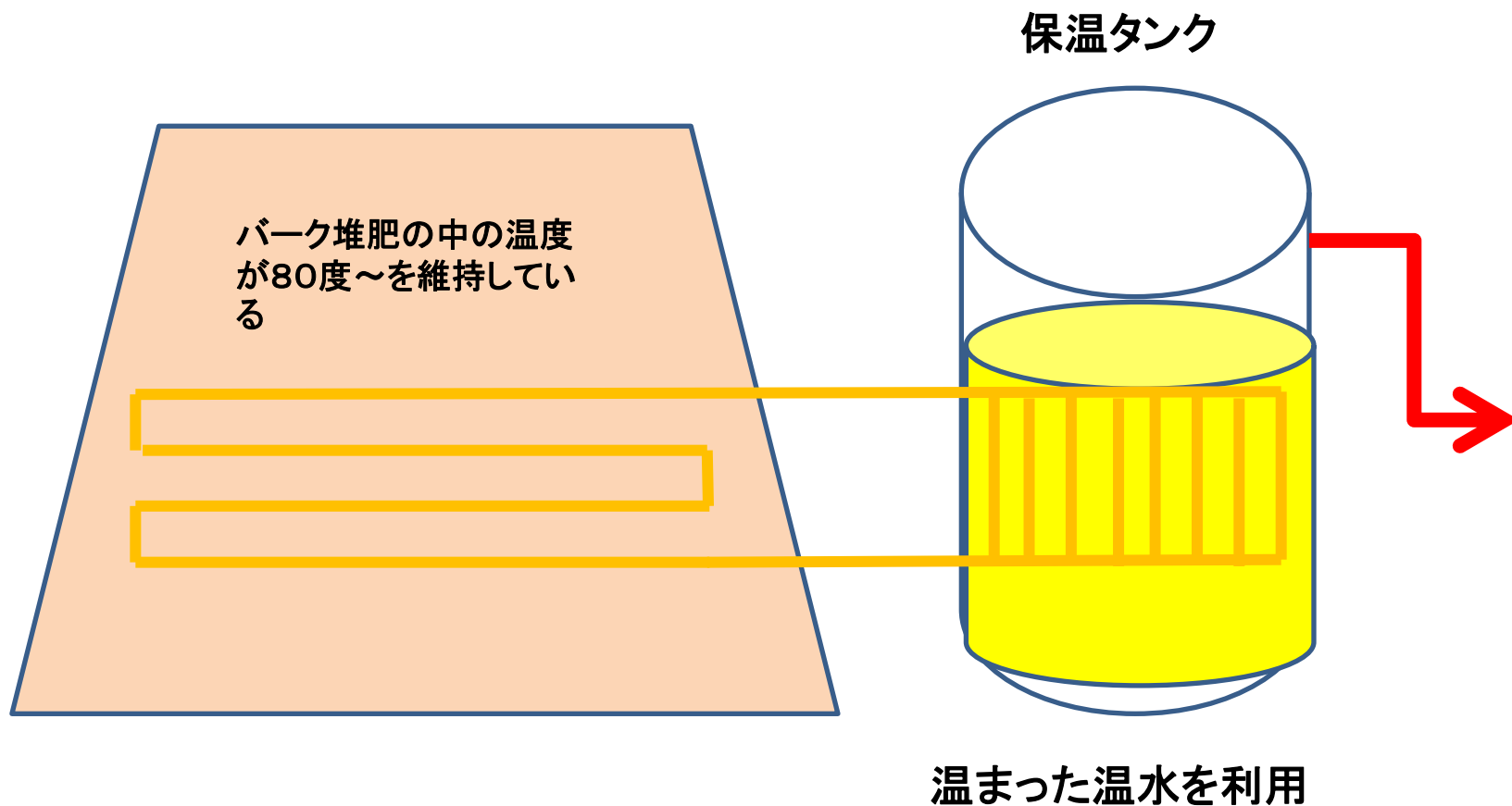
堆肥内と保温タンク内に水を循環させ、
その温水を暖房として利用する。



24時間温度は維持している。



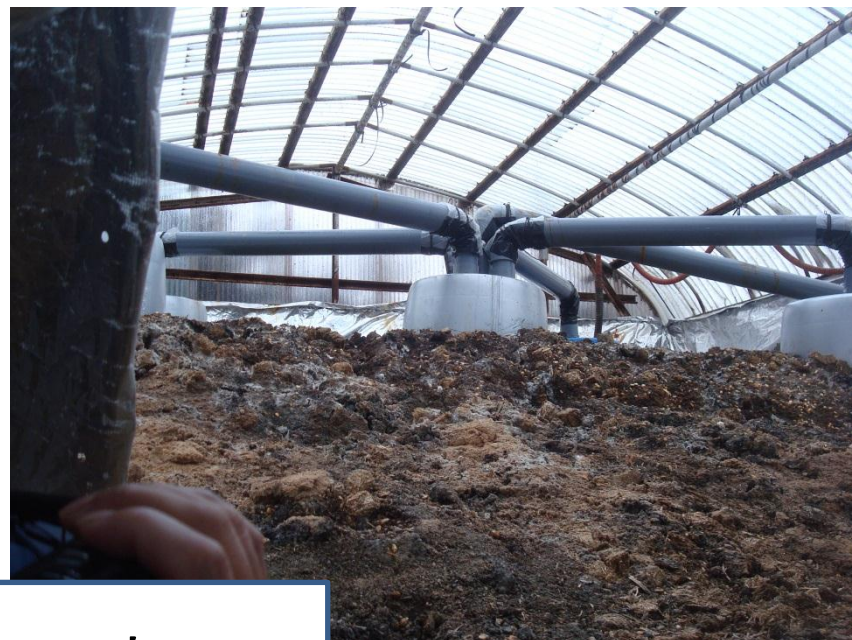
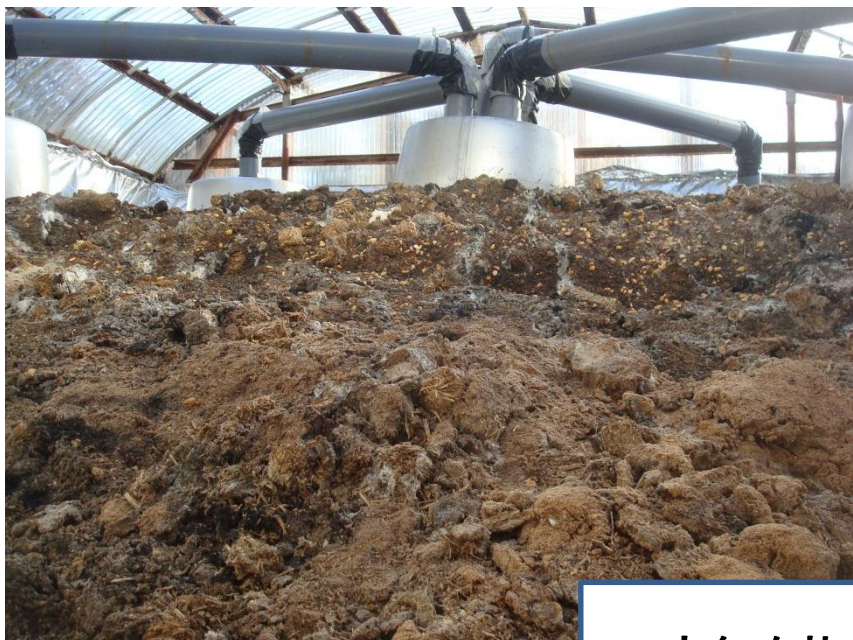
堆肥内と保温タンク内の配管に水を循環させ、その温水でタンク内の水を温め、暖房として利用する。



ハウス暖房試験



温水を作ってハウスに引き込む



空気を抜いてハウスへ

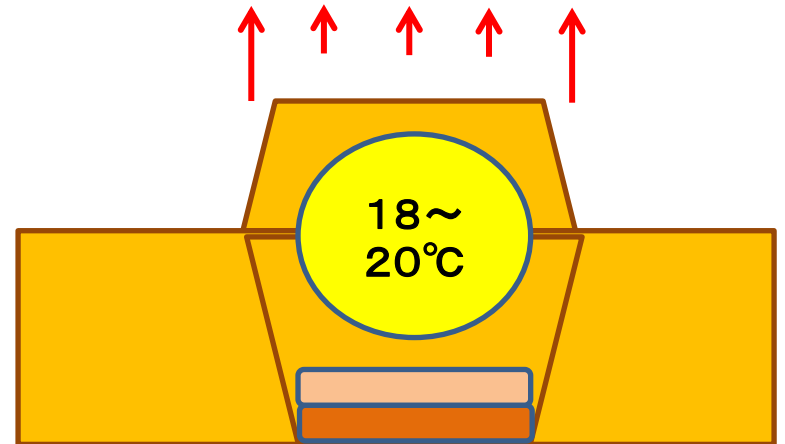






土中に施肥や埋め込む事により、地温を上げ暖房費を節約する。

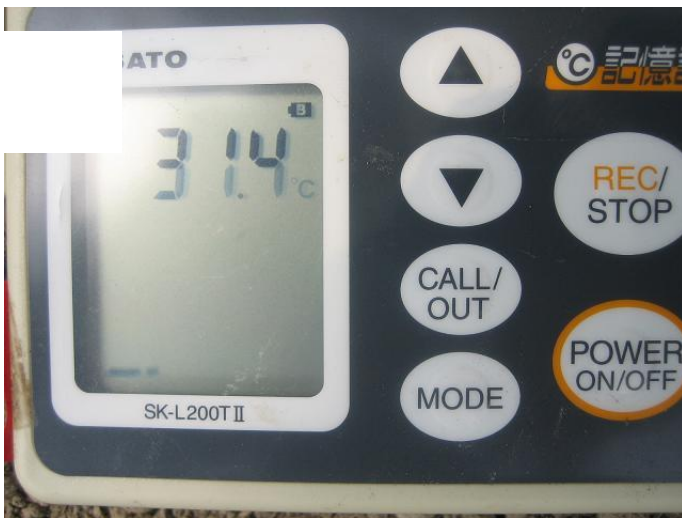
今回の暖房費削減の技術は、設備投資を必要とせず、特殊な菌で発酵させた「バーク堆肥」と「特殊な菌」を土壤に管理機などで溝を掘り、その底に施肥することで、地下の地温を20～25度にする事により、地中伝熱をプラスにし、又作物の根の根域の地温を18～22度と植物が養分を吸収する適温に持ってゆくことで、**設定温度を2～3℃下げることが可能となり、暖房の経費を削減するものです。**



9月9日佐賀県農業試験場にて試験開始



②日田のバークを5m³/10a施肥する



対照区地温(30cm)

試験区地温(30cm)

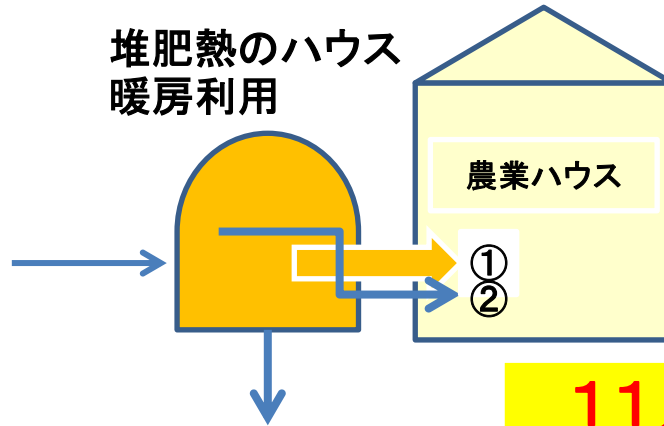
この時点で、1.8度の差がある。

未使用バイオマスの農業への有効利用概要

(発酵熱エネルギー利用 = 経費節減と環境農業実践)



堆肥熱のハウス
暖房利用



1. 発行熱の直接暖房利用
2. 発酵熱利用温水の利用

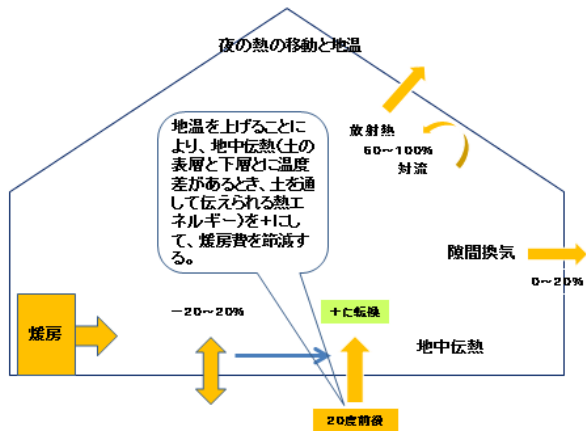


暖房費節減(重油など)

11月～4月(4～5か月)



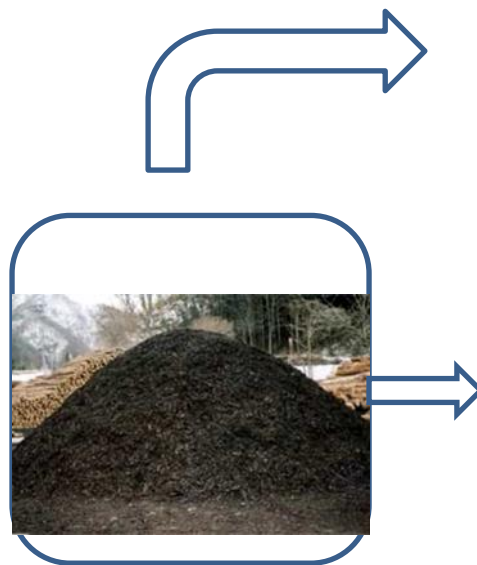
栽培終了後、土壌改良及び地温アップの目的で、土壌に施肥し、



土壌改良材として施肥



1. 発酵熱を暖房補助として利用・・・CO2削減
2. 暖房終了後は、土壌改良材として利用・・・CO2埋蔵

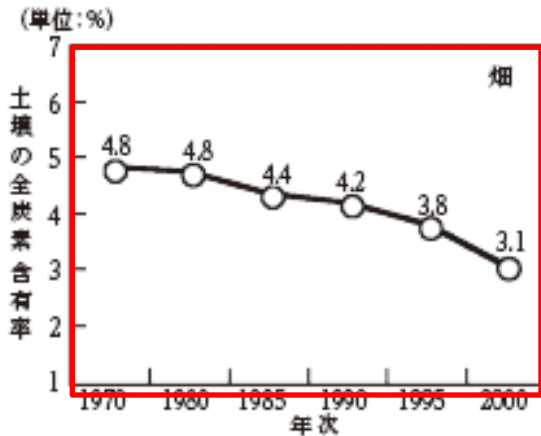


ハウス

地球上の炭素

地球上の炭素は大気、陸地、海洋に分かれて存在している。この炭素の地球上の存在量は1ギガトンは10億トンである。その炭素の最大の存在箇所は海洋で39,000ギガトンの炭素が存在している。陸地には、**植物に610ギガトン、土壌に11,580ギガトン**の炭素が有機物として、**さらに土壌には950ギガトンの炭素が無機物の炭酸塩として存在している**。大気には800ギガトンの炭素がCO₂として存在して、温暖化を引き起こし、その大気中濃度は2008年には380ppmに達している。**土壌は、炭素として、大気の約2倍、植物の約2.5倍の炭素を貯留する働きをしている**。(第54回日本学士院公開講演会 日本学士院会員 和田光史より)

農水24年度予算要求 炭素貯留効果の高い堆肥の水質保全に資する施用
 ・野菜3,750円/10a ・上記以外2,500円/10a



農地土壌の全炭素含有率の変化(北海道の畑の例;北海道立中央農業試験場、2006)

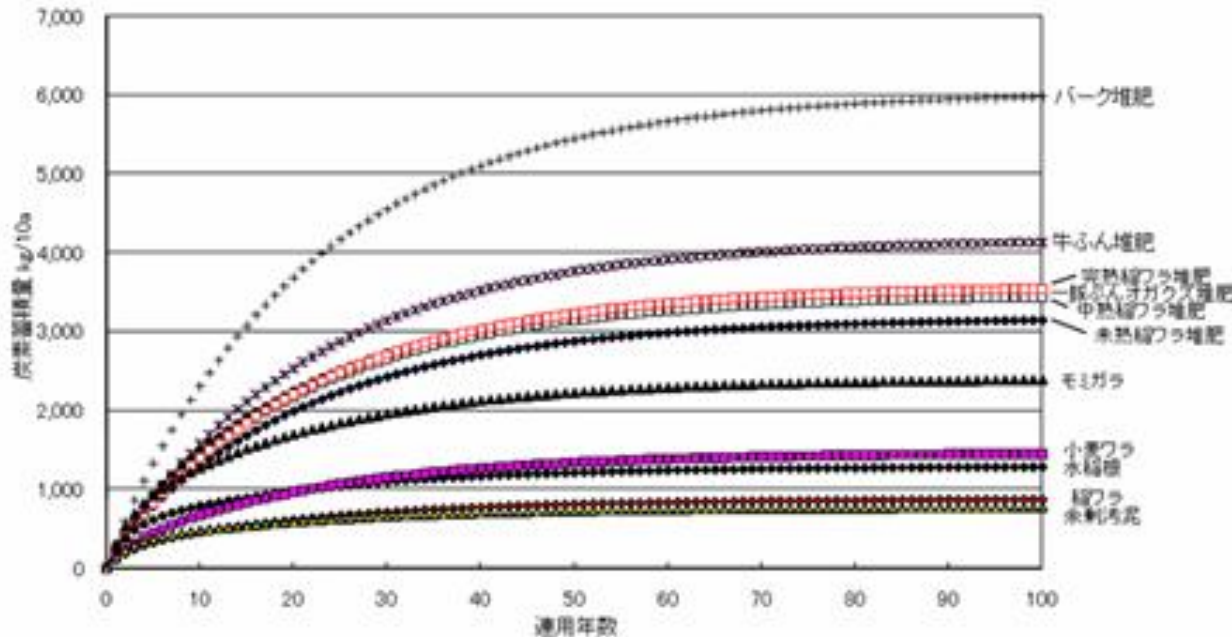
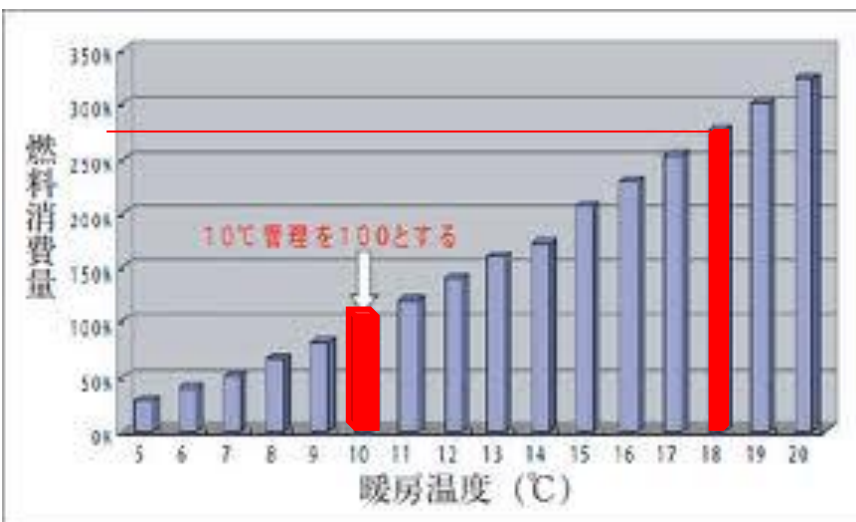


図1 水田に有機質資材を毎年乾物1t/10aずつ施用したときの連用にもなる有機質資材炭素貯留量の推移の予測 (志賀ら1985を基に作成)

1リットル=2.71Kg 約75トン

1L当た 化成肥料 栃木県に A重油コ 肥料コス 他経営コス コスト計 差引所得 (うち10a当たり所得) 所得率 コスト占めるA重油の比率 10a当たり重油コストの上昇額 所得の減少率 備考	0,133,038 7,578,341 7,821,659 1,955,415 51% 17% 0 0%	0,133,038 8,138,341 7,261,659 1,815,415 47% 22% 140,000 7%	0,133,038 8,838,341 6,561,659 1,640,415 43% 29% 315,000 16%	0,133,038 9,678,341 5,721,659 1,430,415 37% 35% 525,000 27%	0,133,038 9,745,963 5,654,037 1,413,509 37% 34% 525,000 28%
	2004年1月 の重油単価	2006年1月 の重油単価	2008年1月 の重油単価	2008年7月 の重油単価	2008年7月の 重油単価+化 成値上60%

トマト40a: 生産コスト計算(栃木県下都賀農業振興事務所調べ)



	きゅうり	なす	トマト	ピーマン	メロン	いちご
宮城県	15,000		12,000			
千葉県	7,300		6,500			
広島県	7,000		9,700			
東海A農協	10,000	10,000	11,000			
四国B農協		14,000		26,000		
九州C農協			5,000			1,500
九州D農協		8,700	6,600		6,600	3,500

マンゴウの例

表1 加温区の温度管理表

成育相	1月		2月			3月			4月			5月
	下旬	上旬	中旬	下旬	上旬	中旬	下旬	上旬	中旬	下旬	上旬	
発蕾期	満開期			生理落果期								
	開花始期			開花終期			果実肥大期					
最高温度(℃)	25	25	27	28	30	30	30	30	30	30	30	
最低温度(℃)	15	20	21	22	22	22	23	23	23	24	→加温停止	

ハウスみかんの例

(3) 加温時期と重油等の消費量

作型	加温期間	必要重油量
11月20日加温開始	加温開始日 11月20日～4月末	約23k l
12月10日加温開始	加温開始日 12月10日～4月末	約20k l
12月15日加温開始	加温開始日 12月15日～4月末	約15k l

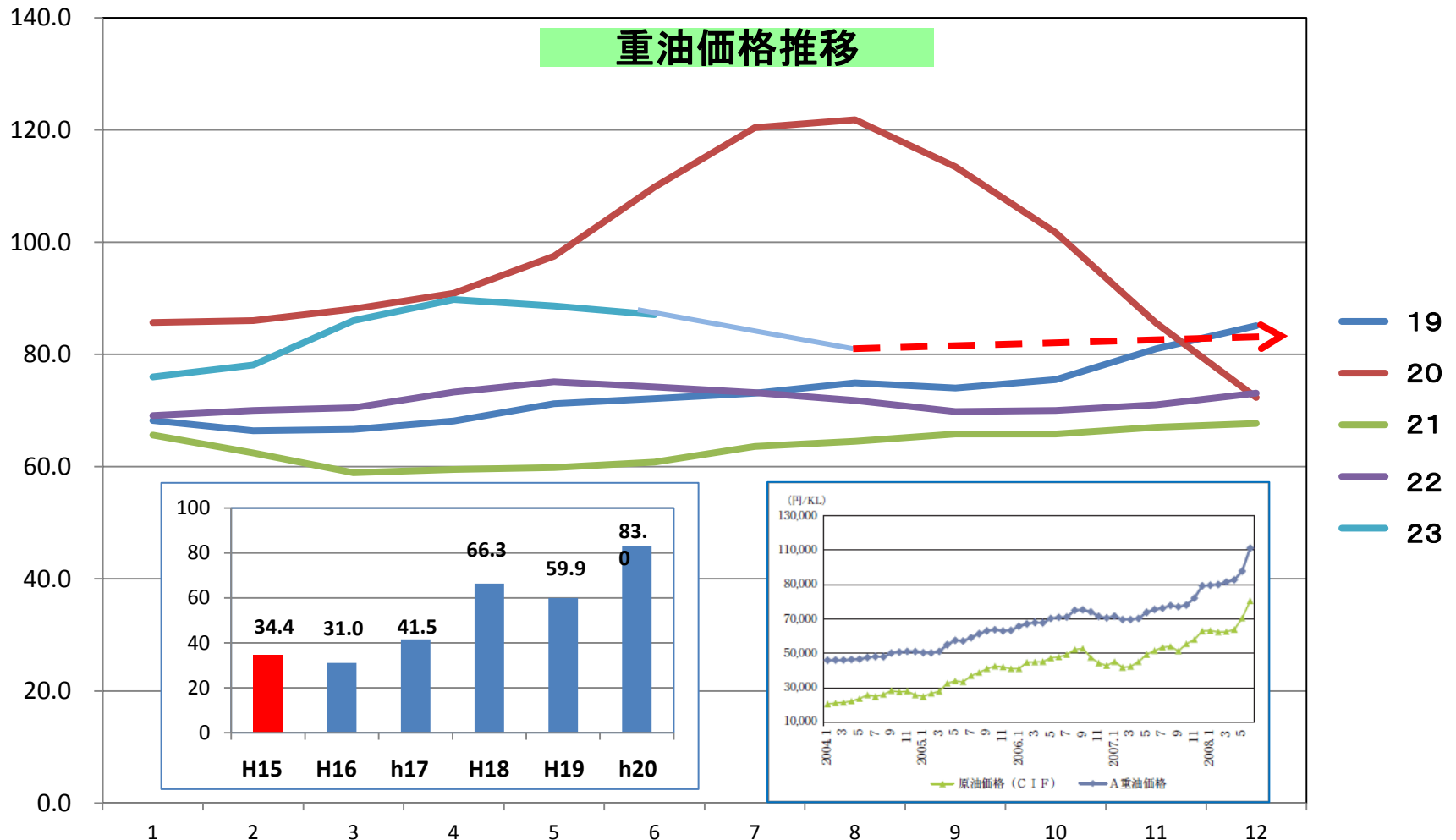
必要重油量は高松西部支部温室ミカン部会での聞き取り調査

宮崎県ピーマンの場合(10aあたり)の経営試算と重油経費 **15KL**

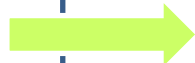
重油価格	70円/L	90円/L	110円/L	130円/L
収入	4,791,000	4,791,000	4,791,000	4,791,000
種苗代	5,200	5,200	約40トン	約40トン
肥料代	110,100	110,100		
農薬代	144,324	144,324		
諸材料費	396,236	396,236		
小農具代	4,478	4,478		
動力費	5,135	5,135	5,135	5,135
重油代	1,050,000	1,350,000	1,650,000	1,950,000
雇用人費	87,923	87,923	87,923	87,923
作業衣代	8,000	8,000	8,000	8,000
修繕費	28,868	28,868	28,868	28,868
保険等費	63,989	63,989	63,989	63,989
土地改良	4,257	4,257	4,257	4,257
減価償却	524,874	524,874	524,874	昨年度は、実際200万円を使用した人もいます。
雑費(専従)	660,557	660,557	660,557	
合計	3,293,941	3,593,941	3,893,941	
所得額	1,497,059	1,197,059	897,059	

平成16年3月時点での価格が**前後35円／リットル**だったA重油価格は、平成18年に70円台となり、その後80円を挟んで、その水準で推移している。まさに平成16年の2倍の水準である。現在原油価格は、米国や欧州の経済の低迷などで極端に値上がりする可能性はないと考えられているが、ほぼこの価格の水準以下にはならないであろうというのが、大方の予測である。

重油価格推移

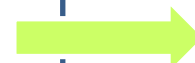


1. 発酵熱を暖房補助として
利用・・・CO2削減



二酸化炭素の削減

2. 暖房終了後は、土壌改
良材として利用・・・CO2
を土壌埋蔵



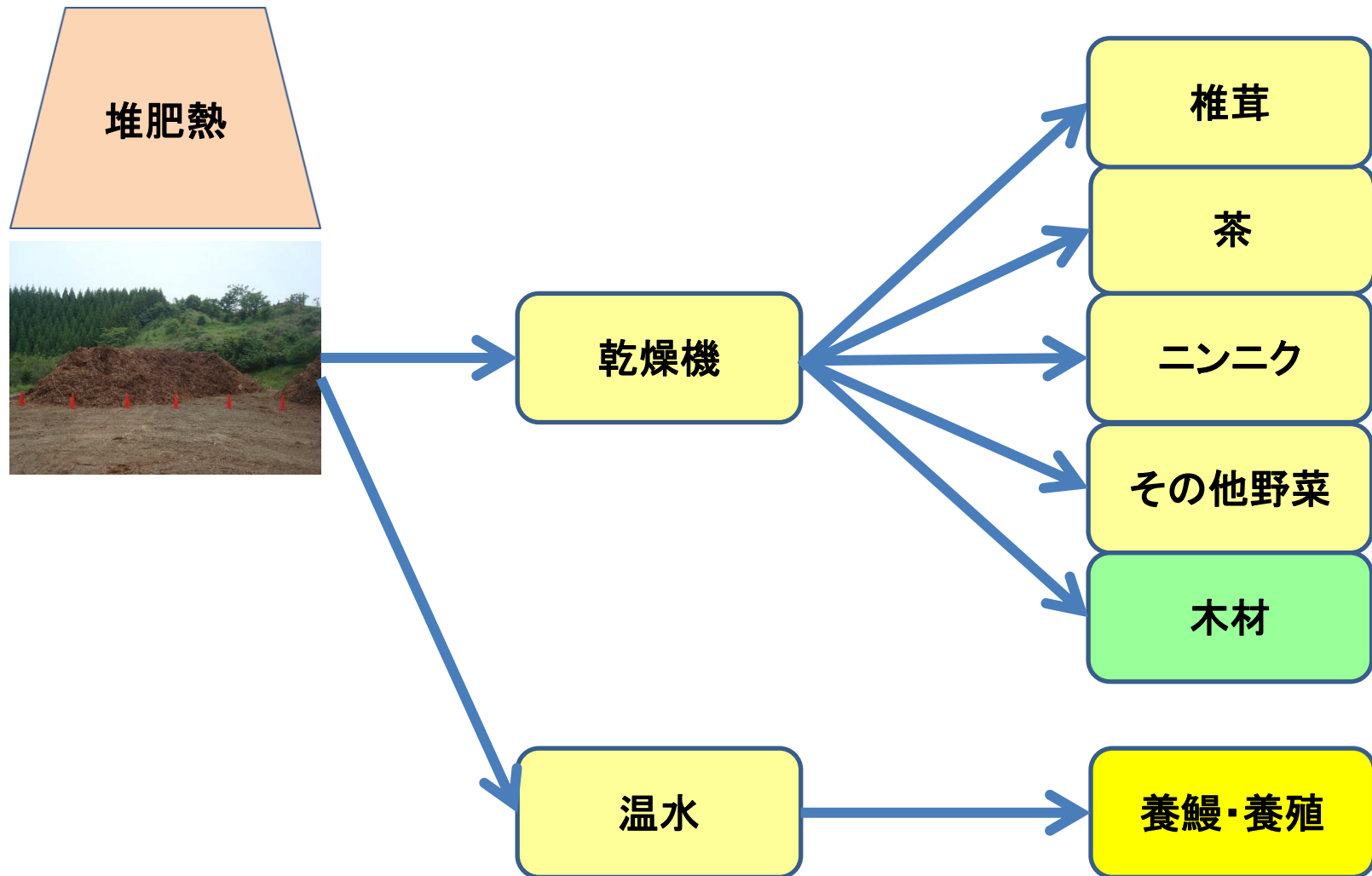
炭素の貯蔵

ハウス



エコな農産物

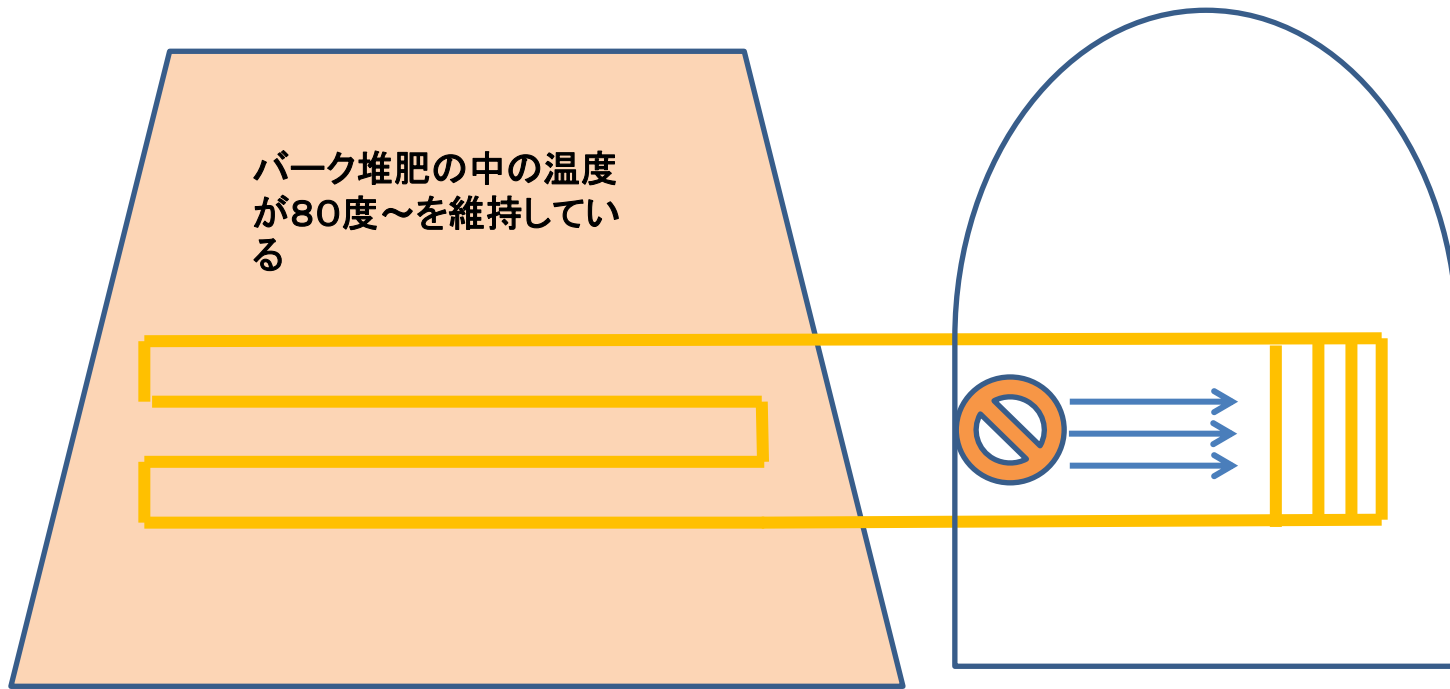
堆肥熱からの温水を循環させ、農産物乾燥・木材乾燥・養殖などの利用が考えられる。





発酵熱から乾燥機の利用概要例 (ニンニク・お茶・しいたけ・乾燥野菜等)

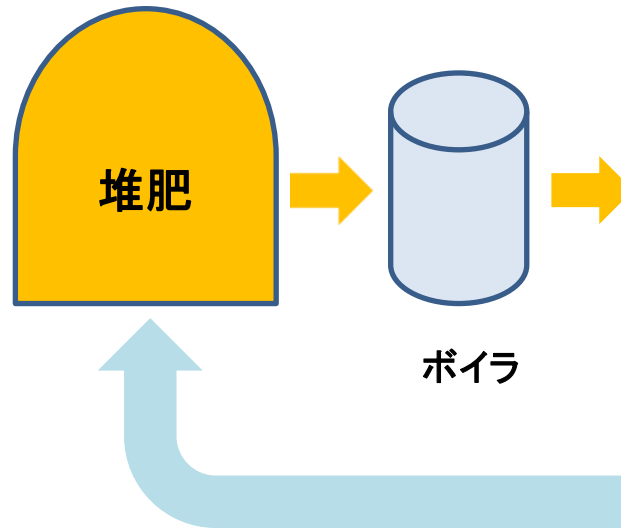
乾燥機



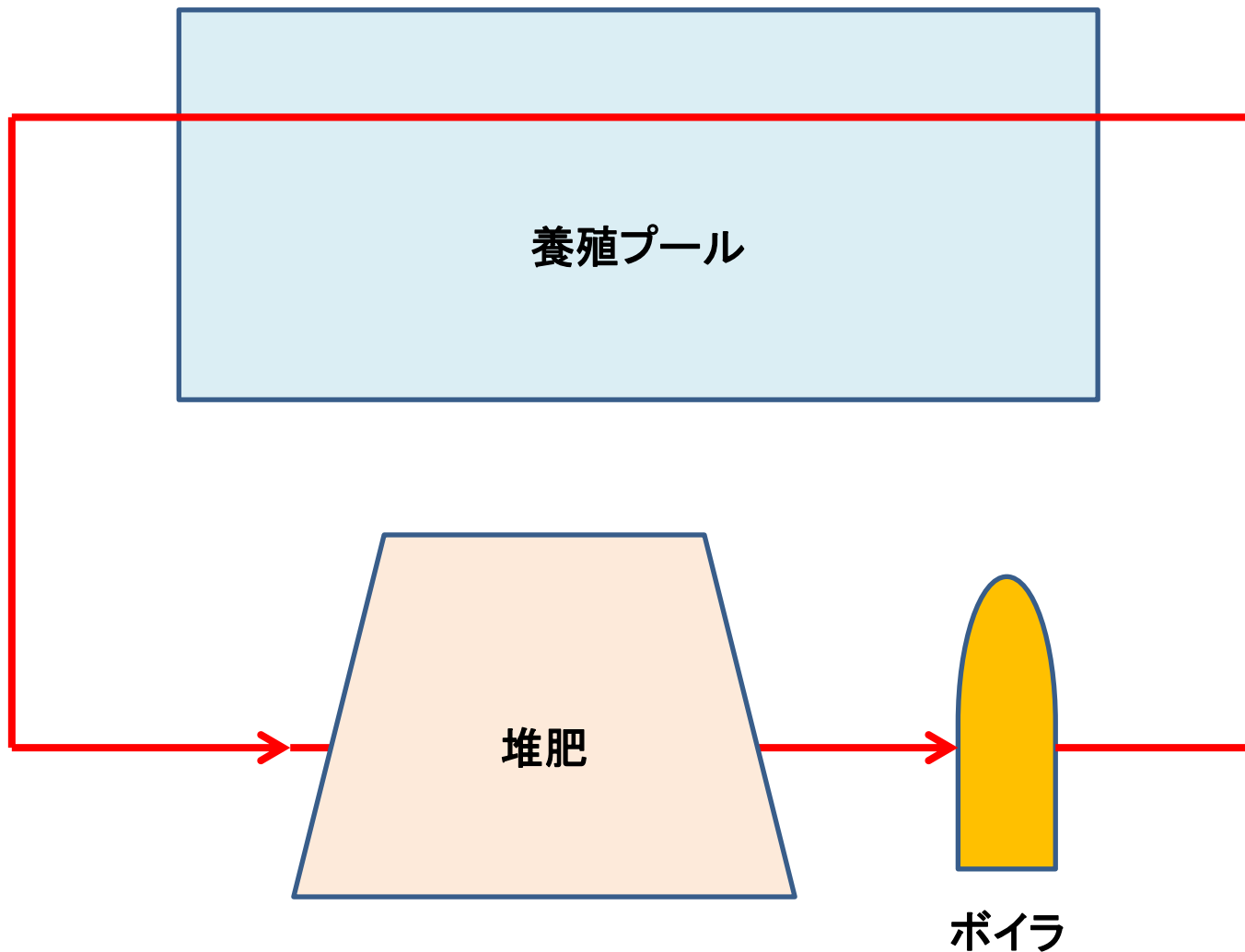
温まった温水管を送風

可能性がある発酵熱利用例 (養殖場利用)

様々な養殖場においては、水温を維持するために重油などで加温している、特に養鰻においては温度維持の為、45～80度の温水を流す間接加温が一般的であり、その経費は相当な額に達する。今回の発酵熱を利用することにより、その経費を削減できる可能性がある。

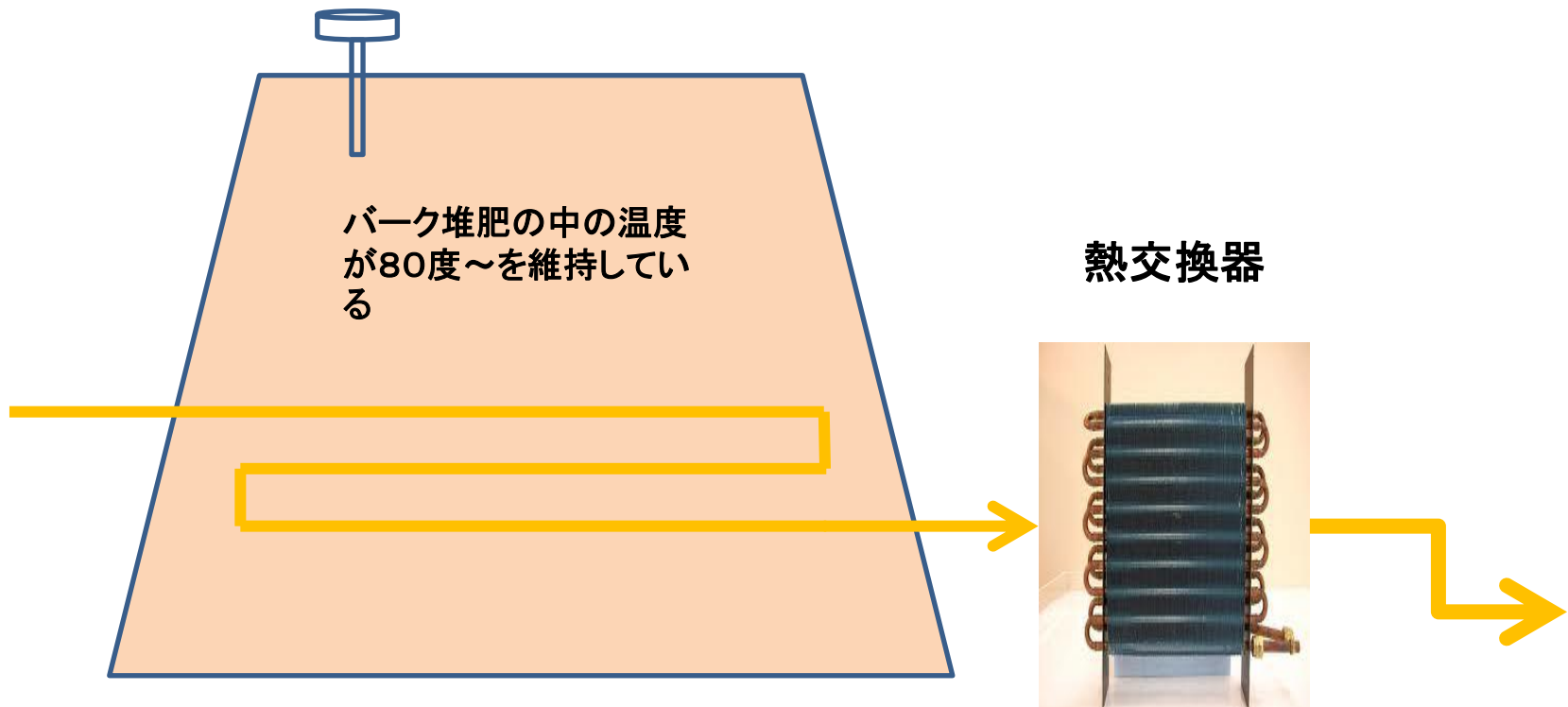


現在の養殖システムのボイラーの手前に
堆肥化システムを組み込む。





発酵熱から温水を熱交換機で利用する。



山村における発酵熱利用例

積雪が多い山里などは、老齢化が進んでおり、その融雪作業等は老齢者にとっては大変な作業です。今回の発酵熱利用は、そんな山里において、冬は融雪や床暖房などの温水利用、春からは地域の農業利用(堆肥)や足湯などに利用するという事も考えられます。



家畜堆肥化（温度はだんだん下がってくる）

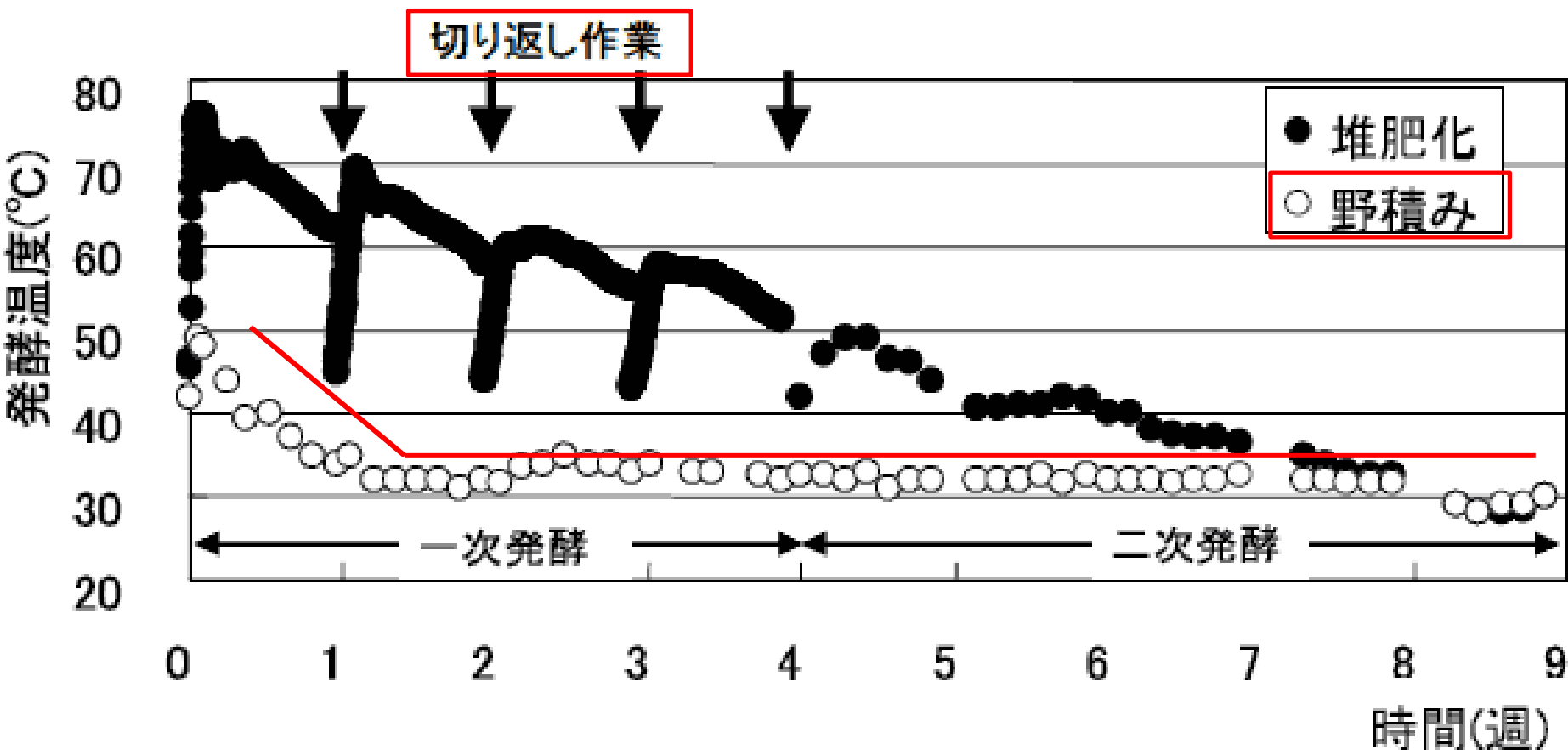
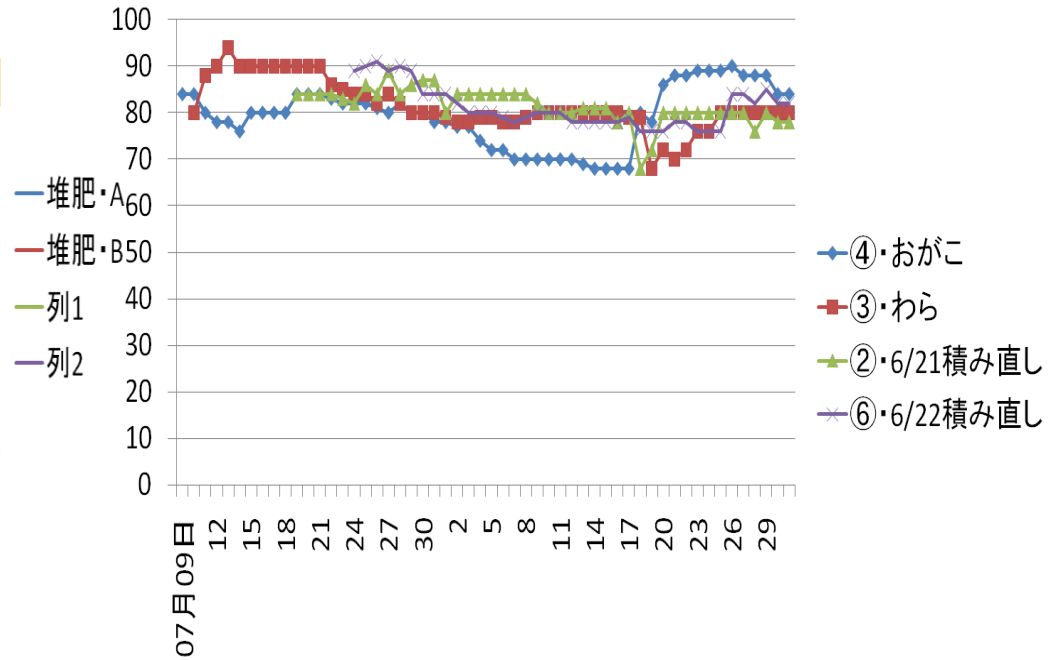
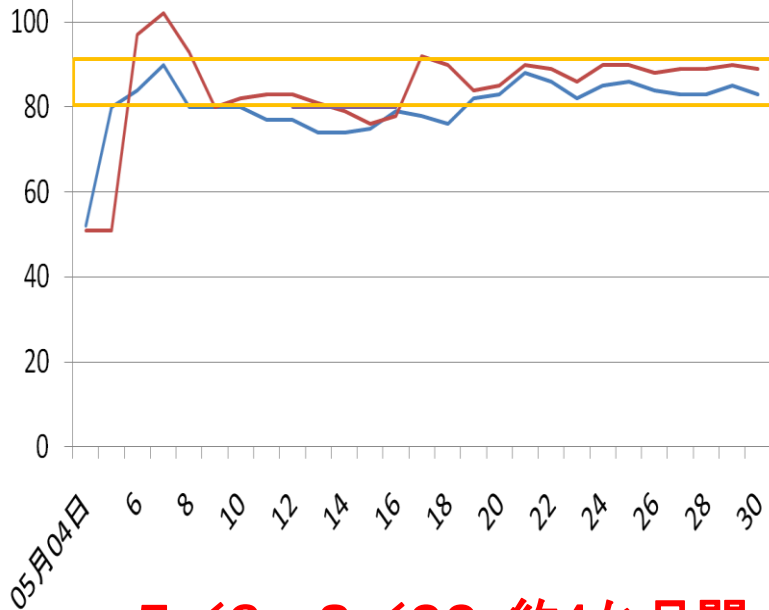


図2 強制通風発酵装置を利用した堆肥化過程の温度変化

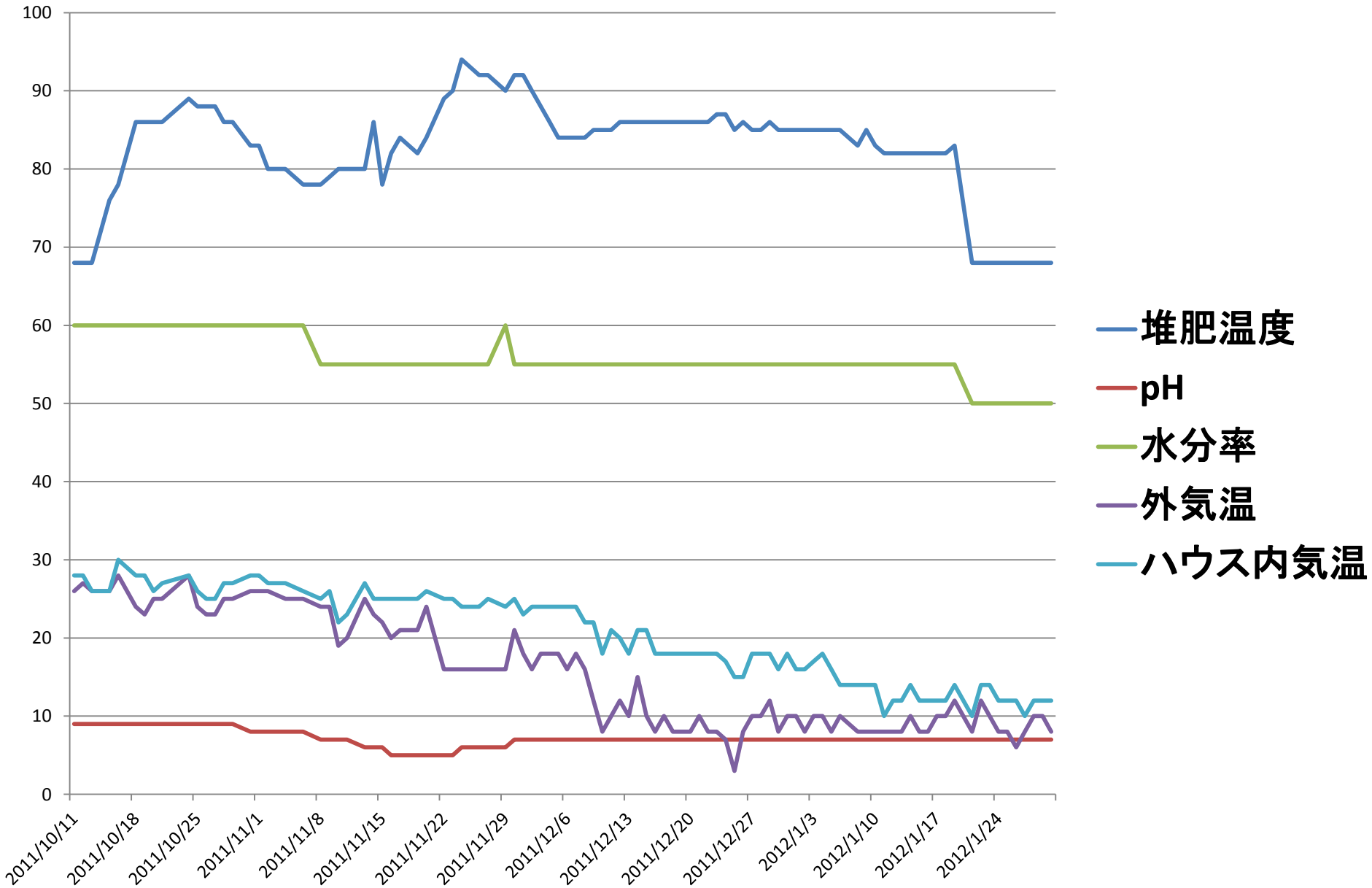
九州沖縄農業研究センター調べ

牛糞堆肥の場合でも(攪拌なし)愛知県同じ菌



5/6~8/29:約4か月間

花が池堆肥化トレース



堆肥化初期トレース

年月日	堆肥内温度	堆肥PH	水分率	外気温	施設内温度
2011年10月16日	86	9	60	24	28
2011年10月15日	78	9	60	28	30
2011年10月14日	76	9	60	26	26
2011年10月13日	68	9	60	26	26
2011年10月12日	68	9	60	27	28
2011年10月11日	68	9	60	26	28

上記は堆肥化初期の状況です。堆肥内温度は数日で80度に達しています。
水分率は60%＝この水分率が重要と考えます。

「竹から熱資源」チップ発酵で 金大の関教授、能登で実験(2010年5月4日)

山林にはびこると植生に悪影響を与える竹をチップに加工、発酵熱を利用する取り組みが進んでいる。金大理工研究域環境デザイン学系の関平和教授が3日までに、能登の農家や企業との共同実験で、農作物栽培などの熱源として十分に利用可能な熱量が長く得られることを確認した。実用化されれば、伐採してもこれといった利用法がなかった竹資源の有効活用へ道が開かれる。

関教授は2008(平成20)年11月、竹チップのたい肥作りなどに取り組んできた輪島市気勝平町の農業合間修一さんと、共同で実験を始めた。4月からは、「NKD環境企画」(七尾市)の協力を得て能登島に実験施設を設け、竹チップから得られる発酵熱の測定を続けている。

野積みした竹チップ約60立方メートルを用い、08年12月から輪島市七浦小跡地で行った実験では、**55度前後の発熱が1年以上持続することが確かめられた。**

今年2月には、珠洲市大谷町に竹チップ約100トンを入れたコンテナで、熱源に利用できるか検証した。コンテナ内に通したパイプに水と空気を循環させたところ、真冬でも10日前後で水温は35度に上昇、2カ月後には42度に達した。

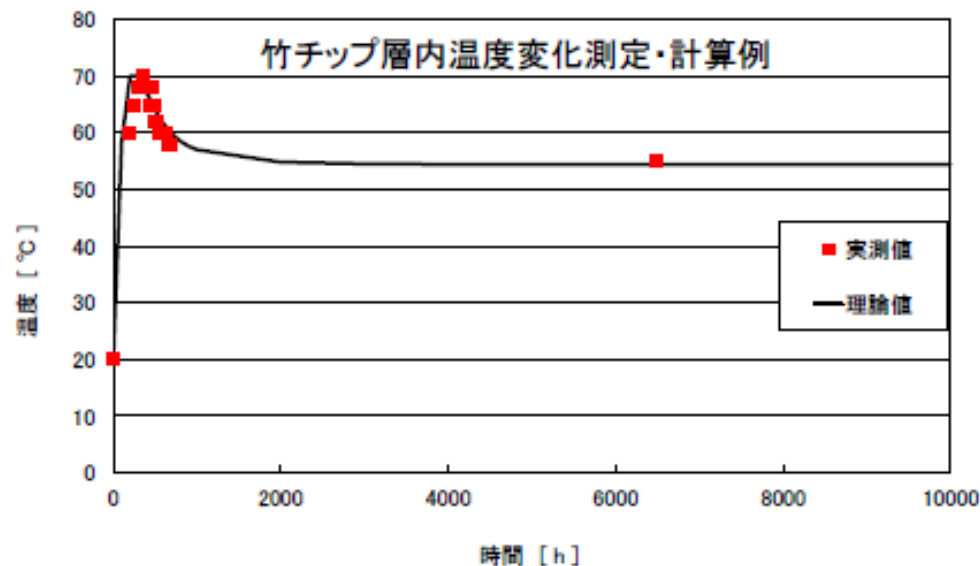
関教授によると、竹の主成分であるセルロースは緩やかに発酵が進む。発熱量は1キロ、1時間当たり50～100キロジュールと、鶏ふんの発酵熱に比べると小さいが、2～3年にわたって発熱が持続し臭気も発生しない。

こうした特性か例えば、**育苗施設の土壌を一定期間保温する装置や穀類の低温乾燥といった農業分野、養殖に使う水を温めるなど漁業分野の利用が考えられる。ほか、駐車場の融雪装置など、幅広い分野に応用できる可能性があるという。**

県内の竹林面積は2千ヘクタールを超え、繁茂してほかの木々の生育を妨げ、地温の低下による被害が報告され被害防止のため伐採した竹材の有効活用は、大きな課題となってい
に向けた実験を行い、熱回収装置の設計や採算性の検討を進めたい」と話した。



基となる研究成果・技術〔熱源の安定性(1)〕



野積み竹チップ内温度が、
1～2年間50～55°Cに維持される。



熱源強度は小さいが、
安定熱源であることを意味する。

想定される用途

- 任意の用途に利用することができる
- 30°C以下程度の加熱、加温が要求される用途に最適である。
 1. 土壌の加温
 2. 陸上養殖水槽の保温
 3. 駐車場等の融雪装置
 4. 穀物の低温乾燥

バイナリー発電システム マイクロバイナリー



「マイクロバイナリー」は、この簡易型バイナリー発電装置を世界初の半密閉型スクリーン方式で商品化したもので、**70~95°Cの温水**、もしくは温水に変換出来る廃液やガスなどの熱源から発電するオーガニックランキンサイクル方式*1のバイナリー発電システムです。このシステムにより、100°C以下の工場等の排温水に加え、温泉水や地熱資源、バイオマス由来の熱源、太陽熱などの、未利用の再生可能エネルギーを利用した小規模・分散型のグリーン電力発電システムの構築が可能です。また**70kW発電ユニットを基本モジュール**として、熱源条件や設置環境に応じた最適なシステム設計が可能です、メンテナンス時の稼働ロスを最小限に留めることができます。

