

九州の森と林業

独立行政法人 森林総合研究所 九州支所

No.67

九州のスギ・ヒノキ林で測ったCO₂収支

山地防災研究グループ 清水 貴範

1. 森林でCO₂を測ることの意義

「地球温暖化現象」という言葉を耳にしたことのある人は多いでしょう。

地球全体の平均気温が徐々に上昇していく、というこの現象を促進する一因とされているのが、「温室効果ガス」の存在と、その増加です。温室効果ガスとは、地表面から放出される赤外放射の一部を吸収して、地表面の熱を大気圏内にとどめる役割を果たすガス(気体)の総称です。温室効果ガスが増加することで、大気中にとどまる熱の量が増大すれば、気温は上昇します。こうしたガスのなかでもCO₂(二酸化炭素)は、大気中に存在する量が比較的多いだけでなく、人間活動の影響による増加が、最も顕著なガスといえます。そのため、CO₂の排出やその抑制については、近年では、経済や政治の問題にまで発展しています。

ところで、陸上を覆う地表面のなかで、長い期間に



写真 - 1 高さ 50m の気象観測タワー (熊本県鹿北町)

渡ってCO₂を固定する能力が最も大きいのは森林です。それでは、その量はどのくらいで、どの季節に最もCO₂を吸収しているのでしょうか。国土の7割近くが森林で覆われている日本にとって、その見積もりは非常に重要です。しかしその答えは、森林が生育している気象環境(降水量や気温、日射量など)や森林を構成する樹種など、様々な要因によって違ったものになります。そこで我が国でも数年前から、各地の森林を対象にCO₂収支(吸収量と放出量の合計)に関する研究が進められるようになりました。私たちの取り組みもそのひとつです。

2. 大気観測からCO₂収支を知る方法

さて、「気温の上昇と温室効果ガスとの関係」という観点からいえば、最も重要なのは、森林と大気とのやりとりの結果、大気から森林に吸収される(あるいは放出される場合も考えられます)CO₂の量です。手っ取り早



写真 - 2 タワー最上部の測定機器とそこからのぞむスギ林

くこれを知るためには、大気を直接測定してしまえば良いわけで、それによって土や植物の影響を全て含んだ森林のCO₂収支を得ることができます。

森林と大気とのCO₂のやりとりは、その大部分が風の乱れ(乱流)によって行われています。自然界に吹く風は、必ず上下方向に渦のような乱れを持っています。例え

ば、昼間に樹木が光合成を行ってCO₂を吸収すれば、樹冠(樹木の頂部)周辺のCO₂濃度は低下します。しかし、風の乱れによって、大気から比較的CO₂濃度の高い空気が運ばれてくるために、樹冠付近のCO₂がなくなって森林の光合成が止まってしまう、ということにはならないのです。

風の乱れと、それに伴うCO₂濃度の変化を測定するには、応答の速い変動を精度良く測定できる機械が必要です。技術の進歩によってこれが可能になった現在では、世界中で同様な測定方法を用いて、CO₂収支を測定しています。

しかし、世界標準ともいえるこの測定方法にも問題点があります。まず、風によって運ばれてくるCO₂に、調査の対象とする森林以外からの影響があっても、それを正確に除くことは出来ません。また、細かい風の動きを長期間に渡って測定するので、機械のトラブルも生じますし、風の乱れが小さくなる夜には、測定自体がうまく機能しなくなることもしばしばです。さらに、この方法で得られたデータからCO₂収支を算出するための技術は、現在でも日進月歩の状態です。どのような算出方法を採用かによって、CO₂収支の計算結果が少しずつ変化してしま

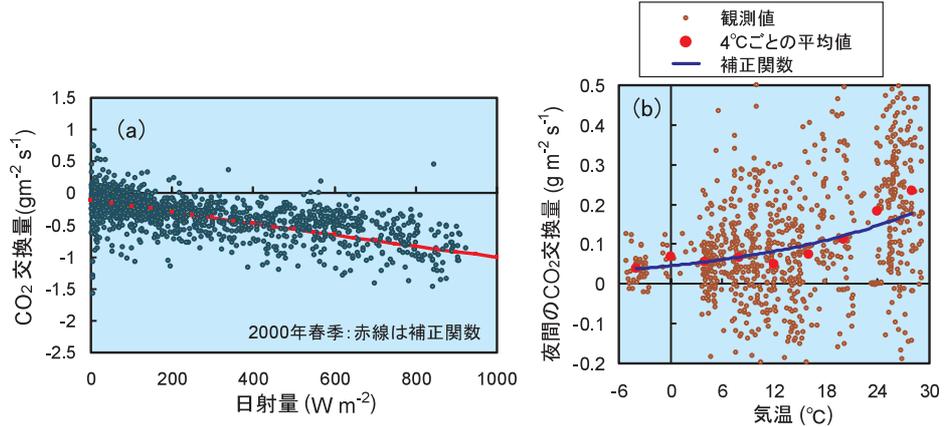


図 - 1 (a)(b) 日射量・気温からCO₂交換量を推定する例 (0より下向きが森林によるCO₂の吸収を表す)

うので、気を付けなくてはなりません。

3. 観測と解析の概要

我々が観測を行っている試験地は、熊本県の北部、鹿北町の国有林にあります。試験地に植栽されているスギ・ヒノキの樹齢は、古いもので約50年になり、その樹高は最も大きいスギで30mを超えています。CO₂交換量を観測するための気象観測タワーは、1999年に建設されました(写真-1)。風の乱れとそれに伴うCO₂濃度の変化は、タワーの最も高いところで測定しています(写真-2)。そのほかにも、地上から50mまでの8高度でCO₂濃度の変化量を測定しています。これらの合計が

CO₂交換量の測定値となります。

もし、機械のトラブルや風の乱れが弱いといった原因で、測定値が信頼出来ない場合には、測定が上手くいっているときの値と日射や気温との関係式から、測定値を補正します(図-1a、b)。このときの日射量や気温は、やはりタワーの上部で測定した値を使います。こうした手続きは、長期間のCO₂交換量を算出する場合には、どうしても必要になります。

このようにして得られた2000年から2001年の2年間のCO₂収支に

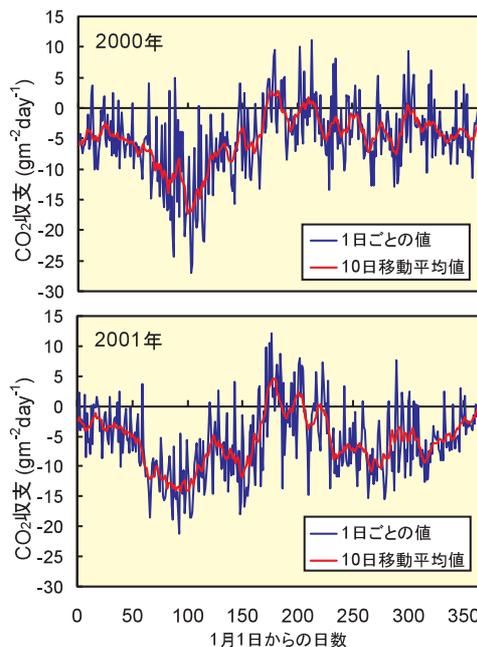


図 - 2 CO₂収支の季節変化(2000年、2001年) について、次章以降で紹介します。

4. 1日～1年間のCO₂収支の傾向

図 - 2は試験地の森林と大気とのCO₂収支を1日ごとに集計して表したものです。値がゼロよりも小さいときは森林が大気からCO₂を吸収しており、ゼロよりも大きいときは大気へ放出していることを表します。1日ずつの値をそのままプロットした青い線は、変動が大きく、同じ季節でもCO₂収支が毎日変化していることが分かります。この変動には、天候の違いが影響しているようです。例えば晴れた日には、光合成が活発になり、それによって森林のCO₂吸収が大きくなる、ということです。

もう少し大まかな変化の傾向をつかむために、10日ごとで移動平均した値をプロットしたのが、図 - 2中の赤い線です。これを見ると、各年とも冬も含めて、ほぼ1年中CO₂が森林に吸収される傾向にあることが分かります。森林へのCO₂吸収のピークは、春にやって来ます。そして、夏には一時的にCO₂吸収量が減るようです。これは、暑さのために植物や土壌からの呼吸量が増加するためであると考えられます。これらの現象は、冬でも暖かい日が多く、夏の暑い九州地方ならではの特徴といえるでしょう。

5. 年ごとのCO₂収支の比較

次に、CO₂収支の年ごとの違いについて調べてみました。表 - 1に示したのは2000年と2001年の年降水量・日射量の平均値・年平均気温です。年降水量は2001年でやや多いという特徴があります。一方、日射量と気温は、年間の平均値ではほとんど違いがないようですが、実際には、季節毎に多少の違いがあります。表 - 2はそうした違いが目立った期間について、抜き出して示した

表 - 1 2000年・2001年の年降水量・平均日射量・年平均気温

年	年降水量 (mm)	平均日射量 (MJm ⁻² day ⁻¹)	年平均気温 ()
2000	1988.5	13.79	15.1
2001	2397.5	13.71	15.2

表 - 2 2000年と2001年で日射量・気温に著しく差があった期間とその違い

年	9-10月日射量 (MJm ⁻² day ⁻¹)	7/20-8/20気温 ()
2000	13.19	26.0
2001	14.75	27.5

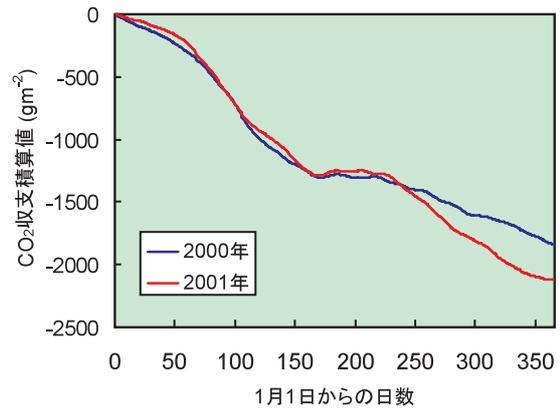


図 - 3 CO₂収支の年ごとの積算値(2000年、2001年)

ものです。日射量は、9月～10月で2000年が2001年よりも10%以上小さく、7月下旬～8月中旬の平均気温は、2001年が2000年よりも1以上高かった、ということが分かります。

これらの結果を踏まえて、2年間のCO₂収支の推移を比較してみます。図 - 3は各年の1月1日からCO₂収支を積算した値です。やはりゼロより下向きが、森林にCO₂が吸収されていくことを表しています。9月～10月の日射量が比較的小さかった2000年には、その時期のCO₂の吸収が2001年に比べて緩やかになり、気温の高かった2001年の夏にはCO₂の吸収がやや滞るという傾向が分かります。しかし、2000年と2001年との年降水量の差による影響は、現れていないようです。これらより、日射量がCO₂収支の推移に与える影響は大きく、逆に降水量は、元々雨の多い九州地方では、極端な多雨や少雨にならないかぎり、CO₂収支にはあまり影響を与えないようだということが分かってきました。ちなみに1年間で区切って積算したところ、試験地では1平方メートルあたり、約1.8～2.1kgのCO₂が吸収されているという結果になりました。

6. おわりに

九州の森林で、継続してCO₂収支を測定しているのは、今のところ、我々の試験地のほかにはありません。今後も測定を続けることで、例えば冷夏や暖冬といった気象条件とCO₂収支との関係について、明らかにするためのデータを蓄積して行くつもりです。また、より正確なCO₂収支の値を得るために、蓄積したデータを用いて解析手法の開発や検証を行う必要があると考えています。

平成 15 年の九州地域の森林虫獣害発生状況

森林動物研究グループ長 伊藤 賢介
生物被害担当チーム長 小泉 透

森林総合研究所では、林木に対する病虫獣害の早期警戒システムの完成をめざして、全国の被害発生情報を収集し記録しています。各都道府県の林業試験研究機関、国有林の各森林管理署や日本樹木医会などの協力を仰いで、病虫獣害の発生情報をデータベースに蓄積しています。情報収集の手段としては、ハガキ形式の「森林病虫獣害調査票」とインターネット上の「森林病虫獣害データベース」を利用しています。インターネットを使えば、発生情報をデータベースに直接登録することが常時可能です。調査票による情報もこのデータベースに逐次登録しています。こうして収集した情報を整理して本誌や「森林防疫」誌に定期的に公表しているほか、上記ホームページからも閲覧できるようにしています。

平成15(2003)年に登録された九州地域の虫害情報を表-1にまとめてあります。26件の登録情報がありました。注目される情報として、**ヤシオオオサゾウムシ**によるカナリーヤシ(フェニックス)の被害が、新たに長崎県(長崎市・多良見町)で確認されました。また、福岡県では2000年に福岡市能古島で被害が確認されていますが、その後、海の中道でも被害が見つかり、2003年には志賀島に被害が拡大したという情報が寄せられました。以下は登録情報ではありませんが、1998年に被害が発見された宮崎県でも引き続き発生しており、宮崎市のほかに高鍋町でも被害が発生しているそうです。また、2000年に被害が見つかった鹿児島県でも拡大していて、2003年には鹿児島市～串木野市が分布の北限となっています。なお、本州での新たな被害地として、2003年10月に三重県津市でヤシオオオサゾウムシがフェニックスを食害しているのが確認されました。現地ではただちに被害木を伐倒して薬剤処理したそうですが、健全に見えるフェニックスにも既にこの虫が生息している可能性があるため、今後も監視を続けていかなければなりません。また、フェニックスを移動・植栽する場合は、この虫が入っていないことを慎重に確認する必要があります。



写真 - 1 ルリカミキリ幼虫によるカナメモチの被害
(九州支所苗畑にて撮影)

そのほかの登録情報として、鹿児島県牧園町の天然林内のミズナラ枯死木に**カシノナガキクイムシ**が穿入しているのが発見されました。2002年にも同県霧島町で同様のミズナラ枯死木が発見されています。本州ではカシノナガキクイムシによるコナラ・ミズナラの集団枯死が各地で発生していますが、九州ではこの虫による集団枯死は宮崎・鹿児島両県のシイ・カシ類だけにしか発生していません。今のところ、九州のミズナラ被害は本数が少なく本州のような集団枯死という状況ではありませんが、今後も監視を続ける必要があります。**タケノホソクロバ**が長崎県長崎市で発生しました。この蛾の幼虫はタケ・ササ類の葉を食害し、竹林などで大発生することがあります。幼虫には毒毛があり、触れると激しい痛みと発疹が出るので注意が必要です。**ハイイロチョッキリ**によると思われるイチイガシ種子(ドングリ)の被害が熊本県熊本市で発生しました。10月にイチイガシの種子を付けた枝が大量に落下し、その殻斗に産卵孔がありました。このような産卵習性からハイイロチョッキリによる被害と推定しました。しかし、この虫はアラカシ・シラカシ・コナラなどの種子に産卵することが知られてい

ますが、イチイガシ種子への産卵はこれまで報告例が無いようなので、成虫が脱出するのを待って確認する必要があります。ルリカミキリによるカナメモチの被害が鹿児島県指宿市と熊本県熊本市で発生しました。ルリカミキリはナシやリンゴの害虫として有名で、そのほかにノカイドウ・カマツカ・ズミなど多くのバラ科樹木に加害します。若齢時の幼虫は幹や枝の樹皮下を食べるので、食害部から上の部分が枯れてしまうことがあります。被害木は樹皮がはげて糸状の木屑が付着しているので容易に見えます(写真 - 1)。成虫は4～5月に脱出して新葉の主脈を食べます(写真 - 2)。最近は都市化とともに減少しつつあり、害虫とはいえ、高知県では準絶滅危惧種に指定されています。

以下の虫害情報は、データベースに登録されたものではなく、会議資料や学会発表、新聞報道などから得たものです。2000年頃に鹿児島県薩摩半島南部で始まったキオビエダシャクによるイヌマキの食害が分布を広げながら引き続き発生しています。2002年までに指宿市・枕崎市・加世田市・揖宿郡4町・川辺郡5町に広がり、2003年には新たに鹿児島市と吹上町で被害が確認されました。2002年に沖縄県沖縄本島の各地で発生したハウオウボククチバの食害被害が、2003年も沖縄県沖縄市・具志川市・嘉手納町のハウオウボク街路樹に発生しました。熊本県阿蘇郡の仙酔峡や阿蘇山上一帯で、ミヤマキリシマの葉やつぼみを食べるキシタエダシャクが7年ぶりに高密度で発生したので、薬剤散布が実施されました。中国・台湾・沖縄県に分布するキンケビロウドカミキリが、福岡県志摩町で海岸林のトベラを食害して大きな被害を与えているのが発見されました。同地では既に2001年にもタラノキからこの虫が採集されているので、定着して繁殖を続けているようです。今後、分布が拡大するおそれがあります。1998年から99年にかけて長崎県雲仙の仁田峠で発生したモミの集団枯死には、モミハモグリアシフトゾウムシ、トドマツノクイムシとタマバエの一種が関わっていたことを既にお伝えしましたが、このタマバエがトドマツノタマバエであることが学会誌に発表されました。これまでトドマツノタマバエは北海道だけに分布してトドマツだけに寄生するとされていましたが、九州と本州にも分布してモミに寄生していることが判明しました。昆虫ではありませんが、ヤン

バルトサカヤステの分布が拡大しています。ふだんは地中で落ち葉や堆肥などを食べている無害な生物ですが、大発生すると大群となって移動して人家に侵入したりするので、発生地の住民にとっては大変深刻な不快害虫となっています。このヤステは台湾原産で、国内では1983年に沖縄本島で大発生したのが初めての記録です。その後、奄美群島のほぼ全域で発生するようになり、1999年には薩摩半島南部(穎娃町・知覧町)にも侵入して翌年には列車をスリップさせて止めてしまうほど大量に発生しました。2002年には八丈島(東京都)で、2003年には屋久島で発生したとの情報があり、いずれも島内での拡大が危惧されます。



写真 - 2 ルリカミキリ成虫(九州支所苗畑にて撮影)

獣害の発生情報として、ムササビ2件、シカとイノシシが各1件、合計4件が登録されました(表 - 2)。ムササビは樹上生活をするため被害は梢端部だけに発生します。また、飛膜を持ち夜間に木から木へ滑空するため、被害木が点在するのが特徴です。梢端の枯れた木が点々とあるいは集団で見受けられる場合にはムササビの被害を疑ってみてよいでしょう(写真 - 3)。ムササビは上顎と下顎に鋭い歯を持っているため、被害木の根元周辺に剥皮片が落ちている、被害部に細かな歯痕がある、などの特徴から被害を判別することができます(写真 - 4)。スギ、ヒノキのほかカラマツやアカマツでも被害が報告されています。シカによる剥皮害は既に広い範囲で発生している可能性があり注意が必要です。荒縄や針金を樹幹に巻き付ける、ネットやシートなどで樹幹を覆う、などの方法で被害を防ぐことができます。



写真 - 3 ムササビ被害を受けて梢端枯れが発生したスギ林
(2004年1月宮崎県北川町で黒木逸郎氏撮影)



写真 - 4 ムササビに食害されたスギ
(2003年12月宮崎県串間市で黒木逸郎氏撮影)

表 - 1 2003年に報告された虫害(害虫名の*印は2002年以前に発見された虫害を示します)

害虫名	発生地	樹種	被害本数	備考
シロアリ目				
シロアリ*	鹿児島県頰娃町	クロマツ	—	—
シロアリ*	鹿児島県指宿市	クロマツ	—	—
シロアリ*	鹿児島県開聞町	クロマツ	—	—
アザミウマ目				
クロトンアザミウマ	大分県日田市	スギ	85本	苗木の全身に吸汁害, 枯死
半翅目				
マキアカカイガラムシ (マキアカマルカイガラムシ?)*	鹿児島県頰娃町	イヌマキ	—	—
甲虫目				
カシノナガキクイムシ(推定)	鹿児島県牧園町	ミズナラ	3本	天然林で幹に穿孔害, 枯死
クシミハムシ	熊本県熊本市	オニグルミ	10本	葉に食害
クワカミキリ*	鹿児島県指宿市	ケヤキ	5本	—
シロスジオサゾウムシ*	鹿児島県指宿市	アレカヤシ	—	—
シロスジカミキリ(推定)	佐賀県唐津市高島	ウラジロガシ, アラクシ	—	天然林で幹・枝に穿孔害
ハイイロチョッキリ(推定)	熊本県熊本市	イチイガシ	2本	種子を切り落として幼虫が穿孔害
ホシベニカミキリ	鹿児島県山川町	タブノキ	500本	防風林で幹に穿孔害
ヤシオオオサゾウムシ*	鹿児島県指宿市	カナリーヤシ(フェニックス)	—	—
ヤシオオオサゾウムシ	長崎県多良見町	カナリーヤシ(フェニックス)	1本	緑化樹で頂端部の幹・葉柄に穿孔害
ヤシオオオサゾウムシ	長崎県長崎市	カナリーヤシ(フェニックス)	5本	緑化樹で頂端部の幹・葉柄に穿孔害, 枯死
ヤシオオオサゾウムシ	長崎県長崎市	カナリーヤシ(フェニックス)	1本	庭木で頂端部の幹・葉柄に穿孔害, 枯死
ヤシオオオサゾウムシ	福岡県福岡市志賀島	カナリーヤシ(フェニックス)	2本	庭木で頂端部の幹・葉柄に穿孔害, 枯死
ルリカミキリ*	鹿児島県指宿市	カナメモチ(ベニカナメモチ)	—	—
ルリカミキリ	熊本県熊本市	カナメモチ	15本	苗畑で葉に食害(成虫), 幹に穿孔害(幼虫)
鱗翅目				
コウモリガ	鹿児島県頰娃町	クヌギ	—	—
コウモリガ*	鹿児島県頰娃町	イヌマキ	30本	—
シンジュキノカワガ	熊本県熊本市	シンジュ(ニワウルシ)	10本	葉に食害
タケノホソクロバ	長崎県長崎市	モウソウチク	(5ha)	竹林で葉に食害
マツツマアカシムシ(推定)	長崎県福江市	クロマツ	100本	新梢に穿孔害
不明				
不明(ひも状の昆虫)*	鹿児島県指宿市	カキノキ	—	—
不明(カシノナガキクイムシではない)	佐賀県唐津市高島	マテバシイ	—	天然林で幹に穿孔害

表 - 2 2003年に報告された獣害

害獣名	発生地	樹種	被害本数	備考
イノシシ	長崎県長崎市	ミカン(ウンシュウミカン?)	60本	人工林で踏み倒し, 葉枝幹に食害など
シカ	長崎県長崎市	スギ・ヒノキ	(300ha)	人工林で幹に食害・角とぎ
ムササビ	宮崎県串間市	スギ	100本以上	人工林で幹に食害など
ムササビ	宮崎県国富町	スギ	113本	人工林で幹に食害など

「立田山森のセミナー」へようこそ!!

平成 15 年度も一般の方々を対象に森林教室「立田山森のセミナー」を 4 回開催しました。

立田山森のセミナーは、森林をより身近に感じていただくために、森林のいろいろなことについて分かりやすく説明するセミナーです。平成 16 年度のセミナーの予定は、支所のホームページに掲載します。どうぞ気軽に参加してみてください。 森林総合研究所九州支所ホームページ <http://www.ffpri-kys.affrc.go.jp/>

第 1 回（通算第 9 回）『立田山の“きのこ”観察』 平成15年 6月21日（土）



第 2 回（通算第10回）『森の虫の捕まえ方、調べ方』 平成15年 7月26日（土）



第 3 回（通算第11回）『秋の立田山散策と木の実の観察』 平成15年11月 8日（土）



第 4 回（通算第12回）『冬の森の野鳥観察入門』 平成16年 1月24日（土）



きのこシリーズ(19)

ムキタケ

ムキタケ(学名: *Panellus serotinus*)は、きのこの傘の表面が皮をむくように、はがれやすいことからその名前が付いています。これは、皮の下にゼラチン質の層があるためです。また、傘表面は細毛に覆われ、ピロード状の感触があります。秋にブナやミズナラなどの倒木に生え、食用として食されます。九州ではあまりなじみがありませんが、東北地方などでは好んで食されています。形はヒラタケなどに似ていて、大きなものでは直径が15cmを超えるものもあります。色にはバリエーションがあり、黄色っぽいもの、緑がかったもの、紫色を帯びたものなどがあります。お汁や、鍋もの、天ぷらといった料理によく合いますが、皮に苦みのある成分が含まれているので、苦みが気になる人は皮をむいてから食べるとよいでしょう。また、一



写真 - 1 野生のムキタケ
(平成15年11月 熊本県白鳥山にて)



写真 - 2 栽培試験中のムキタケ
(佐賀県林業試験場 永守氏提供)

度ゆでこぼしても苦みを抜くことができます。よい季節にあたると、九州の山(標高1000m以上のブナ帯)でもたくさんのムキタケを採集することが出来ます(写真-1)。興味のある方は、ぜひ秋の山歩きとあわせてムキタケ狩りに出かけてみてはどうでしょうか。ただし、ムキタケは発生する時期や場所が毒きのこのツキヨタケと重なり、形もよく似ているので食べるときには注意が必要です。見分け方としては、ツキヨタケは柄の内側に黒いシミがあることがポイントになります。

ムキタケは袋による人工栽培も可能です。九州では特に佐賀県林業試験場で栽培化に関する研究が行われています(写真-2)。近く、一般の家庭にもムキタケが並ぶ日が来ることが期待されます。

森林微生物管理研究グループ 宮崎和弘

連絡調整室から

- 1) 平成15年度九州支所業務報告会を12月16日に行い、今年度の研究の実施状況ならびに研究成果、今後の研究方向について討議しました。
- 2) 九州ブロック技術開発連絡協議会が、2月24日に九州森林管理局にて開催されました。
- 3) 九州支所研究評議会を3月9日に4名の評議委員を外部から招いて開催します。

九州の森と林業 67 平成16年3月
編集 独立行政法人
森林総合研究所九州支所
〒860 0862 熊本市黒髪4丁目11番16号
TEL (096) 343 3168
FAX (096) 344 5054

URL <http://www.ffpri-kys.affrc.go.jp/>