

四国の森を知る

No.18 Aug 2012

「四国の森を知る」の途上です ―新任挨拶―

支所長 外崎 真理雄

本年4月から今富前支所長に替わって赴任しました。

元々の専門は木材物理学で、木材の振動・音響的性質、楽器用木材から始まり木造建築の音問題や各種振動試験による非破壊物性測定などを研究してきました。

この20年ほど、木材資源利用と環境についてのプロジェクトに参画し、木質系残廃材の問題や木材利用の二酸化炭素削減効果などに取り組んできました。本業の木材学会以外に、建築学会では「地球環境建築憲章」「建築ビジョン2050」、森林学会・木材学会・土木学会の「土木木材利用拡大横断的研究会」などに関わってきました。また温暖化問題について、IPCCガイドラインの執筆者などとして、木材利用の二酸化炭素削減効果の一つである「伐採木材製品評価」の仕事もしてきました。

昨年は原発事故対応で福島県の木材を伐採してきて放射能の測定をするなど、研究者としては複雑な人生を歩んでいるのかもしれません。

ところで、50才は知命の年とされます。その2005年はIPCCガイドラインの執筆者として世界の研究者と話をしていました。私の天命は木材の需要拡大だと思っています。木材需要の拡大といっても、生産する森林・林業が持続的なものでないと二酸化炭素削減どころか環境に悪いことになってしまいます。

国内や北米・東南アジア・北欧・オセアニアなどで林業現場を見せて頂く機会はありませんでしたが、林業については全くの素人です。ヘルメットをかぶって長靴を履いての山仕事をしたのは去年の福島の森が最初です。

四国の山道をドライブして、山と言うより壁のように見える急斜面にスギなどの整然とした人工林を見るにつけ、先人のご苦勞を感じます。

私見ですが、21世紀は鉄・セメント・プラスチックなどの鉱物・化石資源利用から木材などの生物資源利用へとパラダイムが転換する時代だと考えています。

四国は豊かな森林資源があり、それを持続的に利用し、域内はもちろん関西圏などの大消費地に付加価値の高い製品の形で供給していくことが求められると思います。しかし現実にはなかなか難しいような話も聞こえてきます。

四国支所では11月8日に高知会館で公開講演会を予定しています。テーマは「四国の林業・木材産業を考える(仮)」で、四国支所の研究成果に加え、東京・愛媛から先生をお招きしてお話しして頂く予定です。また地域の専門家を交えてのパネルディスカッションも考えています。

ほとんど私自身の勉強のために企画したような感もありますが、皆さんお誘い合わせの上ご来場頂けたらと思います。



針葉樹人工林を広葉樹林に —天然更新は可能か?—

東北支所 育林技術研究グループ 野口麻穂子
森林生態系変動研究グループ

宮本 和樹、伊藤 武治
関西支所 森林生態研究グループ長 奥田 史郎

1. はじめに

森林総合研究所では、平成19年度から平成23年度にかけて、農林水産省の「新たな農林水産政策を推進する実用技術開発事業」の一環である「広葉樹林化のための更新予測および誘導技術の開発」プロジェクトを実施しました。

ここで用いる「広葉樹林化」とは、スギ・ヒノキなどの針葉樹人工林の一部を、広葉樹林または針広混交林に「誘導」、すなわちゆるやかに転換していくことを指します。広葉樹林化が求められるようになった背景の一つとして、近年、人工林の管理に際して、森林のもつ様々な働きへの配慮が求められるようになっていいることがあげられます。例えば、針葉樹人工林がおもな土地利用となっている地域において、広葉樹林の面積を増やしたり、点在する広葉樹林の間の連続性を回復させたりすることは、広葉樹林を生息場所とする生物にとって好ましい環境をもたらす、生物多様性の保全につながると考えられています。また、アクセスの悪さなどのために採算がとれない針葉樹人工林を広葉樹林に転換し、木材生産に適した場所にのみ人工林を配置することによって、林業経営の効率が高まることにも期待が寄せられています。

そこで、このプロジェクトでは、各地の道・県の研究機関や大学と共同で、スギ・ヒノキなどの針葉樹人工林を広葉樹林や針広混交林に誘導する技術の開発を行ってきました。プロジェクトには広葉樹を植栽する技術も含まれますが、労力やコストを少なく抑える観点から、自然に落下する種子や林内に生育していた稚樹を活用して更新を行う方法（天然更新）に特に重点が置かれました。

天然更新で、実生や若木の定着・成長を促進

するためには、人工林の上木を点状・帯状・群状など何らかの形で部分的に伐採し、林の中に光が入るようにします（皆伐という選択肢もありますが、今回のプロジェクトでは部分的な伐採を想定しています）。しかし、天然更新の過程には、光条件だけでなく、種子が供給されているか、実生や稚樹が生き残れるかなど、いくつかのプロセスが関係しており、これらが更新の成否を左右します。

2. 抜き伐り後の広葉樹の定着と成長

そこで、私たちは強度間伐（点状の抜き伐りと同様とみなすことができます）を行った高知県内の2ヶ所のヒノキ林（約30年生）で、広葉樹の実生の発生、稚樹の生存や成長を4年にわたって調べました。同時に、実生のもととなる種子がどれくらいあるのかを明らかにするため、埋土種子（表土中に休眠している種子）と散布種子（人工林の外から風や鳥によって運ばれてくる種子）の調査も行いました。

その結果、林冠構成種（天然林の林冠を構成する樹種）の広葉樹の実生は、両調査地ともほとんど発生しませんでした。林冠構成種は、埋土種子にはほとんど含まれておらず、散布種子も少なかったことから、実生のもととなる種子そのものが不足していたと考えられました。

一方、アカメガシワなどの先駆種（開けたところにいち早く侵入する樹種）は、埋土種子に多く含まれており、間伐後すぐに実生が発生しました（図）。しかし、4年後、ヒノキの林冠がふたたび閉鎖してくると、たちまち姿を消してしまいました。

また、間伐前から林内に生育していた稚樹は、成長は改善するものの、間伐直後の1～2年は、無間伐区に比べて死亡率が高くなる傾向がありました。間伐木の下敷きになったことなどによる損傷や、間伐後の急な環境変化が原因と考えられます。これらの結果は、抜き伐りによって人工林内の広葉樹を増やすのが簡単ではないことを示しています。

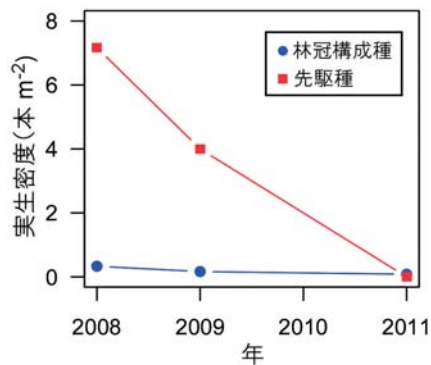


図 辛川試験地（土佐清水市）で強度間伐直後の2008年に発生した実生の密度の変化
 （林冠構成種：シイ類、アラカシ、ホソバタブなど、
 先駆種：アカメガシワ、ハマセンダン、カラスザンショウなど）

3. 皆伐跡地で萌芽更新

では、人工林を天然更新によって広葉樹林に転換できる可能性はまったくないのでしょうか？次に、私たちが調査を行なったスギ人工林皆伐跡地の事例をご紹介します。

この林分では、スギ林（約60年生）の皆伐から5年後の時点で、1 haあたり11,000本を超える広葉樹が生育していました。その樹種は、シイ類（スダジイおよびコジイ）・アラカシなどの林冠構成種と、シロバイ・トキワガキなどの亜高木種が大部分です。そして、皆伐から11年後



写真 スギ人工林皆伐跡地に成立した常緑広葉樹林（皆伐から12年後）

には、平均樹高は7 mを超え、立派な常緑広葉樹二次林となりました（写真）。

写真の林に株立ちの個体が目立つことにお気づきでしょうか。これは、切株から萌芽した個体によく見られる特徴です。この調査地では、皆伐した際のスギの材積が同じ林齢の一般的な林分と比べてかなり少なかったという記録が残っており、何らかの原因でスギが十分に育たず、広葉樹が林内に生育しやすい状態になっていたとみられます。それらの広葉樹がスギと一緒に皆伐された後、活発に萌芽更新したために、これほど短期間で成林できたものと考えられました。

4. おわりに

針葉樹人工林での広葉樹の天然更新の可能性は、それぞれの林分のおかれた条件によって大きく異なります。「広葉樹林化」プロジェクトを通して全国各地で得られた成果から、広葉樹の更新しやすいには、人工林の植栽樹種や林齢、植栽される前の土地利用、下層植生のタイプ、近隣の広葉樹林からの距離などの要因が影響することが分かってきました。また、常緑樹林域と落葉樹林域でも違いがあります。これまでの研究から、四国の太平洋側では、より温暖な常緑樹林域で、針葉樹人工林の皆伐後に広葉樹が更新しやすいことが知られています。

しかし、天然更新には、種子の豊凶などの不確実性の大きな要素が含まれるため、前述の要因では説明しきれないばらつきが生じることもあります。天然更新を適用するかどうかの判断には、広葉樹の生育状況を実際に現地で確認することが欠かせません。また、施業後、計画どおりに更新しているかどうかの検証を定期的に行うことも重要です。

「広葉樹林化」プロジェクトホームページでは、プロジェクトの成果に基づき、広葉樹林化に関する様々なポイントをまとめた『広葉樹林化ハンドブック2010』『広葉樹林化ハンドブック2012』や、樹木データベースを公開しています。どうぞご覧下さい。

URL http://www2.ffpri.affrc.go.jp/labs/bl_pro_1/top.html

キバチ類3種の α -ピネンへの誘引反応

流域森林保全研究グループ 松本 剛史

「キバチ」とは名前の通り成虫が木材に産卵し、「幼虫が木（材）を食べるハチ」です。ハチ目キバチ科に属し、その中でも針葉樹を宿主とするキバチ亜科と広葉樹を宿主とするヒラアシキバチ亜科に分類されます。日本ではキバチ亜科に4属8種の生息が確認されています。

材を食べる、と言っても材そのものは栄養価が極めて低く分解しにくい成分を多く含んでおり、そのままでは材を食べることができません。そこでキバチ類は微生物（共生菌）とともに生活する方法をとっています。キバチ類の雌成虫には「菌嚢」とよばれる袋のようなものが備わっており、その袋の中に共生菌（*Amylostereum* 属菌）を貯めています。キバチ類の雌成虫は材に産卵する時に、自分の卵と一緒に共生菌を材に接種します。接種された共生菌は材内で繁殖し、材を分解していきます。孵化したキバチ幼虫は共生菌の働きで分解されて食べやすくなった材を摂食して成長します。キバチにとって共生菌は幼虫が育つのに必須な存在であり、共生菌にとっても自らの生育範囲をキバチによってより遠くまで運んでもらえるという、キバチにとっても共生菌にとってもどちらも「利益がある」という共生関係を結んでいます。今回お話



写真2 ヒゲジロキバチ雌成虫

しする中ではニホンキバチ（写真1）やヒゲジロキバチ（写真2）がこれに当たります。

ところが、キバチの中にも変わり者はおりまして、オナガキバチ（写真3）は自らの共生菌を持ちません。それでは幼虫はどのように材を食べるのでしょうか？ 実は、オナガキバチはニホンキバチやヒゲジロキバチが産卵した材、すなわち他種キバチ類が共生菌を既に接種している材に産卵を行うのです。材の中で孵化したオナガキバチ幼虫は、他のキバチ類の共生菌の働きによって「食べやすくなった材」を摂食して生育します。他種キバチが接種した共生菌の働きを借りるという生態をもつオナガキバチは一種の「寄生」を行っていると言えるでしょう。

これらのキバチ類は、本来自然界では衰弱した木や被圧されている木、あるいは枯れて間もない木を宿主とする昆虫で、生きた木に被害を



写真1 ニホンキバチ雌成虫

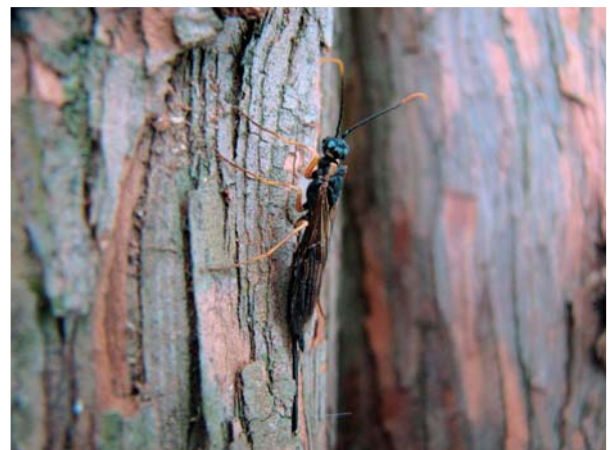


写真3 オナガキバチ雌成虫

及ぼすような害虫とは考えられていませんでした。

ところが、近年の林業衰退を背景として、多くの山では間伐などの手入れができずに、衰弱・被圧されたような木が多くなってきています。キバチ類はこのような木を産卵場所として利用しているため、キバチ類の発生量も増加していきます。大発生した成虫は本来、産卵場所としては不適な生きた木にも産卵を行うようになります。すると写真4のように、木口面に星型の変色被害が発生してしまいます。

このように材が変色してしまうと、木材市場での材の価値が大きく下がってしまうため、山主さんの収入が大きく減少し、林業への意欲がますます低下してしまいます。



写真4 キバチ類によるスギ材変色被害

さて、親であるキバチ雌成虫はどのようにして「適切な産卵場所（宿主）」を探索しているのでしょうか？ そのカギを握っているのは、樹木から放出される「匂い」なのです。一般的に樹木からは様々な匂い成分が放出されているの

ですが、キバチの産卵に適した木の「匂い」をもとに、キバチ雌成虫は適切な宿主を選んで産卵することができるのです。

以上のことから、キバチが子孫を残し生育していくためには、宿主から放出される「匂い」が重要なのです。そこで、匂い（揮発性成分）とそれが引き起こすキバチの行動（誘引反応・忌避反応）を確認するために、図1に示したような「オルファクトメーター」と呼ばれる生物検定装置を作製しました。装置の中に気流を流し分岐させて、片方のチャンバーには試験する物質を入れ、もう片方は空（対照区）にします。気流の最下流部にキバチの雌成虫を入れて、誘引行動を調べます。今回はスギ・ヒノキ林内で代表的な匂い成分である α -ピネンという物質に注目し、四国のスギ・ヒノキ人工林で得られるニホンキバチ・ヒゲジロキバチ・オナガキバチの雌成虫の誘引反応を調べました。

α -ピネンに対する各キバチ雌成虫の誘引反応を調べた結果が図2になります。ニホンキバチおよびオナガキバチ雌成虫は、 α -ピネンに誘引されたことが分かりました。ところが、ヒゲジロキバチは本試験において、 α -ピネンと対照区で、明らかな違いがありませんでした。この結果から、ヒゲジロキバチ雌成虫は、自分の産卵場所を探す時に、 α -ピネン以外の他の匂い成分を利用している可能性が高いと考えられます。

このような生物検定装置を用いて、キバチの産卵選好性に関わる「匂い」の役割を明らかにすることで、キバチ類による被害の抑制技術に応用することが可能になることでしょう。

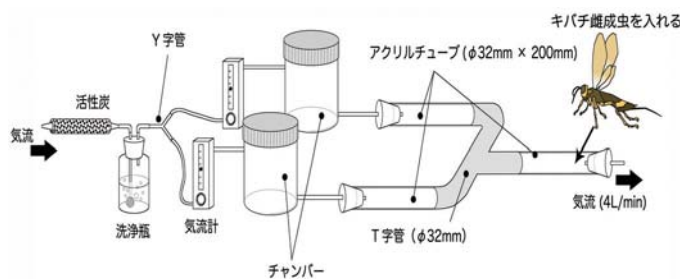


図1 オルファクトメーターの模式図

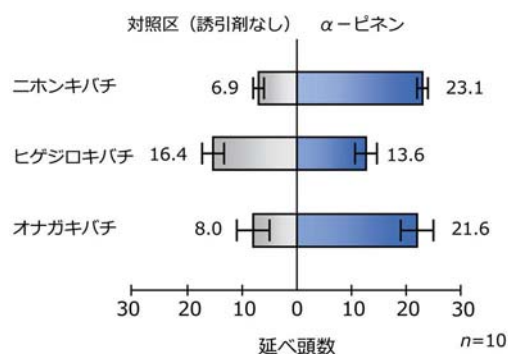


図2 キバチ類3種の α -ピネンへの誘引反応

四国南部に生育するアコウ

森林生態系変動研究グループ 大谷 達也

1. アコウという木

アコウ (*Ficus superba* var. *japonica*) はクワ科イチジク属に分類される常緑高木です。四国では「松尾のアコウ自生地 (高知県)」、「三崎のアコウ (愛媛県)」が国指定の天然記念物になっていますので、ご存じの方も多いと思います。また近頃ジオパークに認定された室戸岬でも、アコウを含めた「亜熱帯性樹林および海岸植物群落」が国の天然記念物になっています。天然記念物に指定されるほど四国では珍しいということになりますが、じつは上記の地域がアコウの分布の北限にあたります。アコウが生育しているのは、マレーシアやタイ、ベトナム、カンボジア、台湾、中国南部、そして国内では琉球諸島、九州・四国の南部、和歌山県・山口県の一部です。

アコウの巨木は一目見たらなかなか忘れられない異様な姿をしています。幹なのか根なのか分からないものがグネグネと絡み合う様子は、ほかの樹種では見られないものです (写真1)。



写真1 高知県土佐清水市松尾の大アコウ

この幹のようなものは気根が肥大して絡み合ったものです。アコウの果実は鳥類などに食べられ、その種子はフンといっしょに出てきます。

鳥のフンがタブノキやイスノキの枝の上に落とされると、フンに混じっていたアコウのタネは発芽し気根を垂らします。気根が地面に到達するとアコウはどんどん成長し、枝葉を茂らせさらに多くの気根を伸ばします。アコウの巨木では巻きつかれた樹木はすでに枯れてなくなり、絡み合うアコウの気根の真ん中が空洞になっていることがあります。このように樹木に気根が絡みつくさまから (写真2)、アコウのような生育様式をもつ樹木を「絞め殺し木」と呼びます。



写真2 タブノキに絡みついて成長するアコウ

2. 花粉をめぐるコバチとの共生

また、イチジク属の樹木はイチジクコバチという2mmほどの小さな昆虫と花粉をめぐる共生関係をもつことが知られています。アコウはコバチに花粉を運んでもらう代わりに、実の中にコバチを寄生させて育てています。イチジクは「無花果」とも書きますが、花がないわけではなく、実際には果実 (いわゆるイチジクの実、学術用語では「花囊」) の内側にびっしりと多数の小さな花をつけます。果実の先端には出入り口があり、コバチはここから中に潜り込みます。このときのコバチはメスで体に花粉をつけています。コバチのメスはいくつかの花に卵を産みつけると同時に、ほかの花には受粉をします。産みつけられた卵から新しい世代のコバチが生まれ、果実の中で交尾をしたあとメスは体に花粉をつけて外へ飛び出していきます。オスは生

まれた果実の中で一生を終えます。

外へでたメスは新しい果実・花を見つけて卵を産みつけ花粉をばらまくわけですが、この成虫の寿命は数日しかないと言われています。つまり1本のアコウの木からコバチが飛び立ったときには、別のアコウの木で花が咲いていないとコバチは卵を産めずに死んでしまいます。また卵からコバチがかえるまでは一ヶ月から数ヶ月しかかからず、一年に及ぶことはありません。そのため、ある地域に生育する複数のアコウをみると、一年よりもずっと短い間隔で新しい花がどこかでついている必要があります、一年のいずれの時期でもどれかのアコウには果実がついていることとなります。このような共生関係は一年中いつも高温な熱帯地域で発達したものといわれています。

3. 冬への適応

ところがいくら九州や四国南部が暖かいといっても生物の活動が鈍くなる冬が存在しています。タブノキなどアコウと同じ場所に生育している樹木が一年の特定の時期に花を咲かせ実をつけるのは、季節に対する適応の結果といえます。四季のある場所に生育するアコウは、どのようにして一年中、果実のある状態を作り出しているのでしょうか。

過去に鹿児島県屋久島で調査した例では、同じ場所に生育するアコウの中には、1) 冬にだけ大量に実をつける個体、2) 春夏に少量ずつ実をつける個体、3) 季節と関係なくランダムに実をつける個体という3つのタイプが見いだされました。屋久島では年間のどの時期に実をつけるかが個体ごとに異なっているようです。屋久島は亜熱帯と暖温帯の境界あたりに位置しており、屋久島低地では年平均気温が19.4℃です。これに対し足摺岬では18.2℃、室戸岬では18℃ほどです。地球温暖化問題では小数点以下の気温の上昇が議論されています。屋久島と四国南部を比べたときの1℃ほどの気温の差は、植物にとっては大きな意味があると思われます。分布の北限域にあたる四国南部では、アコウの

個体はそれぞれどのような実のつけ方をし、いかに冬に適応しているのでしょうか。

4. 北限に分布するアコウの保全

高知県の海岸沿いでは断崖や擁壁にくっついて生育するアコウが見られますが(写真3)、写



写真3 コンクリート擁壁にくっついたアコウ

真1のような絞め殺し型の大個体はほとんどありません。海岸付近の平地は昔から人間活動の場であり、良好な森林が残されていることはまれです。アコウは石垣や堤防などにもたくましく生育していますが、高知県海岸部での密度は低く、となりの個体まで数km、数十km離れていることもあります。これまでの報告によれば、イチジクコバチは10kmほども移動して花粉を運ぶことが知られています。ほかの地域と花粉のやりとりがない隔離された植物集団では遺伝的に似たような個体ばかりになり、環境の変化などに対して弱くなることが知られています。高知県海岸沿いに生育するアコウ個体の間では、花粉のやりとりはされているのでしょうか。

高知県の海岸部に低密度で生育するアコウの繁殖特性を明らかにし遺伝的なタイプとの関係を調べるため、四国支所では今年度より日本学術振興会の助成を受け調査を始めました。その結果をもとに、北限のアコウが今後も健全に生育していけるのか、何らかの保全策が必要なのか、検討していきたいと考えています。

四国の博物誌 (11)

ニホンジカ (*Cervus nippon*) 鯨偶蹄目シカ科

チーム長 (野生動物害担当) 奥村 栄朗

ニホンジカは非常に適応力の高い種で、北はロシアの沿海州から南はベトナムまで、東アジアの広い範囲に分布しています。日本列島においても、豪雪地帯を除いて北海道から屋久島まで広く生息しています。

シカ科の動物は、植物を消化するための「反芻胃」という特殊な消化器官を獲得した「反芻動物」の仲間です。一般的に反芻動物は、森林性の祖先種から、草原のようなより開放的な環境に適応した種へ進化してきたと考えられています。ニホンジカは隠れ場所としてはまだ森林に依存しながら、採食場所や採食植物、繁殖行動などの生態は開放環境へかなり適応しています。その結果、非常に多くの種類の植物を食べることもできるのです。これまでに日本で記録された採食植物は1,000種以上にのぼります。

では、シカが「食べる」植物と「食べない」植物はどのように決まっているのでしょうか。

仔ジカは母ジカが食べるものを食べ物として覚えていきます。したがって基本的なメニューは母から仔へ一種の文化として伝承されていくのです。そのため、同じ植物種なのに地域が違えば、好んで食べたり、全く食べなかったりということも起こります。食物の判断は生命に関わるので、食べ慣れないものにはなかなか手を

出さないのですが、では全く保守的かというと周囲にある植物については日常的にある程度の試行錯誤を繰り返していると考えられます。そこで、食べ慣れたものが少なくなれば、今まであまり食べなかったものを試す割合が増え、その結果、新しい食物がメニューに追加されていくのです。そのあたりの適応能力も非常に高いのがニホンジカの特徴です。

近年、シカの増加によって広い地域で農林業被害や森林植生の衰退が問題となっています。天然林、人工林を問わず、影響の深刻な場所では、有毒なものなど限られた種を除いて多くの植物が食べ尽くされている状況を見ることができます。



写真 林床植生が消滅した天然林で食物を探すオスジカ

お知らせ

●四国支所一般公開

日時：11月3日(土) 9:30~16:30

楽しいイベントと森のおみやげを用意しています。どうぞ、ご家族連れでお越し下さい。

●公開講演会

「四国の林業・木材産業を考える(仮)」

日時：11月8日(木) 13:30~16:30

場所：高知会館 飛鳥の間 参加費無料

四国の森を知る No. 18

平成24年8月発行

編集・発行 独立行政法人 森林総合研究所四国支所

〒780-8077 高知市朝倉西町2丁目915

電話 088-844-1121 FAX 088-844-1130

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

*本誌から転載・複製する場合は、森林総合研究所四国支所の許可を得て下さい。