**第23回　一緒に考えましょう講座　　2014年11月22日（土）**

**放射能汚染地域での生物調査：放射能のアブラムシへの影響**

**秋元信一（北大・農学部研究院）**

（スライド１）

2011年はどういうことを始めるかと関心を持っていたのですが、研究者は、ほとんど関心を持っていません。学会、昆虫学会はたくさんありますけれど、実は学会はほとんど関心をもっていません。生態学者はたくさんいます。ほとんど福島まで行って何か

調査を始めるということは数えるくらいしかいません。皆さんそれぞれいそがしくて自分のすることがあるわけですから、簡単にはできないということですが。それにしても2011年はほとんど何もやっていない。その時点では誰もやっていないとおもったわけですが、

たまたま農学部に福島出身の先生がいらしていろいろ話しているうちに、誰もやらないようだから我々でちょっと出かけてみようかと話になりました。それで、福島に2012年の6月に二人で、農学部の先生と一緒に、特に研究計画はなく2，3日しか行けないので出来ることだけやろうと二人ででかけました。それがきっかけになって全てがはじまったということです。これからの話は先ず、現在の自然の状態、環境の状態を写真で紹介致します。みなさまのプリントには写真はスペースの状況で全て省いております。

すぐにわかったことはアブラムシ、植物に害を与える昆虫ですが、このアブラムシの形態異常がこの放射能汚染の強い地域で形態異常が多発していることが分かりました。それから数年福島に関わって何回か、現地調査を続けててまいりました。これは(福島のアブラムシに見られる形態上の多発をさして)自分がやっていることですが、自分の研究を続けているうちに他の先生と知り合いになり、原発事故をきっかけに、今日本でどのような研究がおこなわれているか？を紹介します。いろんな観点から研究がおこなわれていることがわかりました。実際に汚染地域に行って感じたことと、これまで言われていること放射線生物学という立派な学問分野がありますが、そこで知られている知見と原発事故で放射線で汚染された地域でおきていることが違うようにおもいました。そのあたりのお話をします。それから最近の研究から明らかになってきた放射線の生物への影響についてお話します。

（スライド２）

これが福島原発の汚染状況の図です。赤いところが放射線の強いところですが、私が実際に現地調査に行ったのは福島県川俣町山木屋地区です。ここでアブラムシの形態異常が見つかったのです。

比較対象地帯として山形県米沢市、このあたりは山一つ越えると汚染状況が著しく変わるものですから、この辺を対象地区に選んだのです。山木屋地区は福島第一原発から32kmはなれています。

（スライド３）

この写真は2014年6月の飯館村です。広大な草地が広がっています。以前は田んぼであったわけですが、3年間耕作がおこなわれていないので、いたるところ草地が広がっています。

飯館村に実際に行ってみると結構住民の方に出会います。ここは避難区域で住んではいけないところですが、伺うと昼間は自宅に戻ってきていろいろ手入れなどしている、夜となると住宅に戻られる方が多いのだそうです。

(スライド４)

ここも川俣町山川屋地区で、非常に良い場所なのですが、環境的にもいいのですが、強い放射線汚染がみつかってます。2013年5月こんな状態だったのですが、

(スライド５)

今年になりますと今年の6月になりますと、除染がはじまっている。ほとんど車が通らなかったところが、今年になりますと除染のためのダンプや作業員を載せた車がひっ切りなしに通っている。このような旗が立っており、いろんなところで土をひっくりかえしている。木が見えますけれど、これはハルニレ、北大構内にもたくさんあり、私はハルニレを探して歩くのですが、向こう側を見ますと、山が完全に削られて土がむき出しになって、これが除染というものです。

（スライド６）

道路のむこうがわですが、本来山だったものを全部木を伐り払っている。表土を剥いでプレコンバッグに詰めておいているわけです。これが除染なんですね。家の周りもやっているのですが、ここは全く人が住んでいないところなんですが、どういう目的で何のためにやっているのかわからないのですが、山一つ全部木を切り払って表土をはいでいる。このままだと土砂崩れが起きるだろう。この青いのは雑草の種を吹きつけて土砂崩れを防ぐために雑草を生やすためにおこなっている。特にここを除染しても生活に関わるとは思えない。どういう目的のためにやっているのか全く分からない。

ここを除染しても人に関わらない、あるところでポツンとこういうことをやっている。全く意味がわからない　こういうところにお金をつかっている。人が住んでいるところではないので誰も見ていないところでこういうことをやっている。６月には山木屋でやっていましたが、たぶん今は飯館村のほうで盛んにおこなわれている。

(スライド７)

調査に行って昆虫を探すことが目的なんですが、非常にいい環境で、これは飯館村の

野手神山神社は、ここは大変いいところなのですが、ほとんど昆虫がいません。全くいないというわけではないのですが、たとえば、普通の年であれば9月であれば赤とんぼがたくさん飛んでいると思われるが全くいない、3年間行ってモンシロチョウが一匹も飛んでいない。ミツバチも一匹もいない、普通にいていいような昆虫が見えない。

(スライド８)

その代わりに人間がいなくなった所にさるの群れがいるんですがサルであるとか、いのししも、ちょっと歩くだけでこのようにいる。健康で生きているのかどうかわかりませんが、

(スライド９)

我々こんなような格好で虫取りをするわけです。アブラムシという植物につく小さな虫が専門なわけですから、山道を歩きながら採取する。

アブラムシはそれなりにはいます。というのは翅がありますからいろんなところから飛んでこられますからそんなに減ってはいない感じです。特に注目していたのは女郎蜘蛛で9月になると本州では大型の蜘蛛が網を張る。これはその地域が昆虫の多様性が高いか低いかを考える良い指標になっています。結局餌となる昆虫がいなければ網を張ってもまったく餌がとれませんから何年かすると女郎蜘蛛もいなくなるということですね。ほとんど蜘蛛がいない。ですから赤とんぼであるとか餌となる昆虫が減っていることがわかります。これもなかなか定量化するのが難しくて、いないのはどうやってもいないということで、いいデータになかなかならない。

(スライド１０)

これは山木屋から飯館村に向かう山道ですが、山道沿いにアブラムシを探して歩いています。

（スライド１１）

これは飯館村の蕨平というところです。前回こちらの講演された伊藤さんから話をうかがっています。このあたりが非常に線量が高いといわれたので、実際行ってみますと結構高いですね。今でも６～７μ㏜くらいある。これ以上先は許可を受けなければいけない。

（スライド１２）

これも何気ない山道ですが、行ったところで一番線量の高いところで7μ㏜くらいありここも、沈黙の春ではないですが、鳥の声がぜんぜんしません。

この道沿いに蜘蛛がふつう網をはっているはずですが、女郎蜘蛛が一匹もいません。非常にしずかで、生態をやっているものからみると・・・・

（スライド１３）

こうやって虫を探しています。本当はこういうところにねっ転がらないほうがいいのですが、アブラムシをとっている松本先生ということです。

(スライド１４)

これはヌルデの木に虫こぶなのですが、アブラムシが作った巣でこの中に千から三千匹のアブラムシが入っている。この長さ4センチ5センチくらいです。こういうものを探して歩いています。

（スライド１５）

最初2012年に行ったときに、高線量地域では生物の何が起こっているかを知りたいとおもったわけですが、そこで行ったことは、数日しかおられませんから、キノコを食べるショウジョウバエこれは簡単に取れるということで市販のエノキ茸をその辺に置いておくとハエが集まる。これを集めるということをしました。これはそれなりにとれました。次にエンドウヒゲナガアブラムシこれは自分が専門に調べているアブラムシでこれも採って、遺伝子もしらべましたが、特に大きな変異はあるとはいえません。関東地方のものと同じような遺伝子を持ったタイプしかいないということがわかりました。もう一つ虫こぶを作るハルニレのはっぱに小さな赤いこぶ状のものを作るアブラムシ、ワタムシというものですが、たまたま山木屋地区にたくさんとれましたので、調べたところ相当おおきな形態異常が見られました。これに集中して研究を行っています。これは虫こぶを作る1齢幼虫ですが、虫こぶ形成者と書いてあります。これもアブラムシなのですが、エンドウヒゲナガアブラムシとは全然違うグループで全体が体が強く進化しています。

（スライド１６）

虫こぶはあまりご存じないかもしれませんが、これらは全部北海道でハルニレにできた虫こぶでアブラムシが作ったものです。

（A） 葉を巻き込むタイプ（B）リンゴのように膨らませるタイプ（C）赤い虫こぶ（D）いがぐり状のようないろんな種類が虫こぶを作っています。中は空洞になっていて（C）10匹前後（D）200匹くらい（B）30匹くらい（A）100匹くらいいます。中に虫がいて葉っぱから師管液を吸っています。

（スライド１７）

これは山木屋地区の1本のハルニレからなのですが、オオヨスジワタムシがこういう虫こぶをつくり、もう一種類　オカボノクロアブラムシ（クロハラヨスジワタムシ）小さな種類このような虫こぶを作っています。ここ（川俣町)で採れた個体とそれ以外の地域と日本広く各地から集めてきたものを比較しました。

（スライド１８）

アブラムシというのは放射線の影響を調べるにはいい材料です。これは後で気がついたのですが、アブラムシは春から秋にかけてメスだけで子供を産んでいます。オスはでてきません。単為生殖という方法で増えていきます。メスがメスを産むという方法でふえるのですが、最初は１ぴきではじまり捕食されなければ、秋の終わりには何万という数にというそれこそネズミ算以上に増えていきます。いつもおなかの中にはで胚子が次から次に育って盛んに細胞が増殖して、2011年原発の事故があったときには非常に強い放射線の影響を受けていますから細胞増殖が盛な細胞は影響を受けやすいと考えられる。1度影響をうければ、無性生殖で遺伝子がつながってきますから、最終的に秋にまで傷ついた遺伝子が残っている可能性が考えられる。

(スライド１９)

さらに秋になるとメスとオスが出てきて交尾し、タマゴを産んで次の年、幼虫は孵化します。

われわれはこの世代の2012年春に出てくる1齢幼虫を調べたわけです。もし放射線の影響によって遺伝子が傷つくということがあれば、交尾をして次の世代に出てくる1齢幼虫にここにいろんな変異がでてくる可能性がある。もし遺伝子が傷つくということがあれば、

ここを調べるのが1番よいことになる。ちょうどよい時期に調査を行ったということになります。

(スライド２０)

さらにアブラムシは評価するのに利点といえば、ここに実験材料に良くつかわれるショウジョウバエは残念ながら最初の孵化幼虫はウジムシなんですね。柔らかいですから異常があってもどこに異常があるか分からない。最終的に健全なものだけが親になる。放射線の影響で死んでいるかも知れないし異常がでているのかも知れないが異常をつかまえるのが難しい。

(スライド２１)

これに対して、アブラムシは完全変態昆虫でして、タマゴから出てきた時からそれなり虫らしく、足があり、触角がある。親になった時もおなかが大きく膨れてとらえどころがない成虫になるんですけど。1齢幼虫のほうが形態を見るには良い段階です

(スライド２２)

これはオオヨスジワタムシが作ったきれいな、

（スライド２３）

これも山木屋の虫こぶです。

(スライド２４)

虫こぶをどういう風にできるかといえば、孵化したばかりの幼虫が新しい葉について、葉を刺激してだんだんふくれてき、葉の中にとじこめられる。虫こぶが大きく発達すると中で脱皮し、こういう成中になるメスですがオスなしで子供を産むことができ、親と子は完全にフロック。虫こぶをとると幹母(卵から孵化した世代)1齢幼虫の脱皮殻の形がわかり第2世代幼虫の形も分かる。

（スライド２４）

虫こぶをとって、最初に顕微鏡下で解剖して見たのが最初にでてきたのが、こちら（右側）正常な幼虫の形態はこちら(左側)で、真中が分かれているのは脱皮殻でしてここから第2齢幼虫が脱皮する。どこが異常かというとおなかが二つにわかれている。こういうものはほとんど今まで報告がありません。初めてこういうものが見つかった。見つかった所が放射性物質で汚染されている地域なのです。こうした個体が最初に出てきたものですからこれは本腰を入れて調べなければいけないと、採ってきた虫こぶを全部丁寧に解剖してこうゆう形をしらみつぶしに調べましたそうしましたところ

（スライド２５）

いろんな異常がみつかりました。たとえば典型的に見つかるのはこれは脱皮殻なんですが、ここが黒くなっています。本来これは脱皮して２齢になっているのですが、組織が壊死してしまってここは組織が死んでしまって黒くなっています。ここから脱皮した幼虫はここにあたる足が亡くなっているんですね。足とか触角が欠損している状態がたくさん見つかりました。

（スライド２６）

いろんな異常のタイプが見つかりましたのでレベルが軽いものから重いものまで３段階にわけました。軽いほうなのですがこれは足の部分が壊死しており、ここから脱皮する幼虫はこのここから先を失います。これは触角が壊死し触角を失います。これは足が大きく湾曲しています。これらは軽い程度です。

(スライド２７)

これより程度が重くなりますと両足が壊死これは虫こぶを作るまでに至たったのですが虫こぶの中でうまく虫こぶを発達させられない状態で死亡していました。この幼虫は足がありませんけど、タマゴから出てきたときからすでに肢がない状態で孵化している。これら肢のないようなものを第Ⅱレベルとしました。

(スライド２８)

さらに状態が重いのは先ほど見つけましたおなかが二つにわかれている。これは複数個所肢の欠損、これは２か所であり、触角もない。よくこんな状態で虫こぶが形成できたなと思うくらい大変な状態でタマゴから孵化している、一応虫こぶは形成には成功している。こちらの幼虫はおなかに肥大したこぶ状に何か隆起している、まるで癌を思わせる。今までこれまでに報告がない。肢のところに丸いものが付いている。肢の付け根のところが隆起したがんのようになっている。このような状態で孵化している。

(スライド２９)

これもおなかのところが膨れ上がっている。しかもおなかの中身は何にもない。関節部分に突起があり、拡大してみますと毛のがはえている。毛の状態から見ますとここにもう一つ足のようなものができる、もう一本足を作ろうとして途中でやめてしまったという、今まで見たことのないような異常だったわけです。このようなものが見つかってきましたので、これはたごとではない。

(スライド３０)

先ほどのおなかが二つに分かれてしまった個体は相当の異常ではあるのですが、死亡したわけではない。元気に親になった、親になったときのおなかですが、正常な状態と比べておなかが相当に広がっていまして子供を産む産卵孔があるのですがやはり２か所でふつうは１か所しかないのです。おなかの中に幼虫がはいっているのですが、胚子と書いてあります。次の世代の1齢幼虫なのですが

(スライド３１)

これを拡大してみたのですが、おなかは二つに分かれているのか非常に関心をもってじっくりみたのですが、これは正常なのです。まだ生まれていないのですが、親に異常はあるが子は全く異常がない。こんなところまでわかりました。

(スライド３２)

プレパラート標本にしてみました。

(スライド３３)

全体をまとめてみました（オオヨスジワタムシ）。しらべたのは、北海道の美唄、岩見沢、札幌、福島、千葉の柏、九州のうきは、こんなところから昔からサンプルを蓄積していましたので、比較が可能だったわけです。横軸はどのくらいの割合が形態異常なのかを示す。どの地域でも軽い形態異常はあります、孵化がうまくいかなかった。レベルの低い異常は孵化がうまくいかなかったことによって押されて肢が曲がってしまったりとかなど、どの地域でも5%は超えないていどです。福島は断違いに多い全体の13%くらいがなんらかの形態異常をしめしている。これは色が分けているのは緑が軽いレベル1、青がレベル2、赤がレベル３を示しています。福島の４体の重いレベルの異常が見つかっています。ほかの地域で重いレベルが見つかっているのは美唄でそうとう古い1987年に1個体見つかっています。

(スライド３４)

どういう異常かといいますと肢が３分岐して福島を除いて調べた１５００匹中の唯一のレベル３の形態異常です。偶然なのか分かりませんが、見つかったのは１９８７年この年はチェリノブイリの事故のあった翌年です。チェリノブイリの事故の時は北海道にも放射性物質が飛んできていると報告があります。今でもセシウムが見つかっています。その年に見つかっている。たまたま意味があるのかどうか言えないのですが、福島以外で1500頭調べて１例しか見えない異常が福島では167頭中4例見つかったということは統計的にしらべても福島での比率はほかの地域より高い

(スライド３５)

福島で解剖したもので中で死んでいるのがかなり見つかっていまして、これは岩見沢と比較しているのですが、岩見沢の集団では中で死亡して見つかるのは2~3%ですが福島では14.4%が中で死んでしまっている個体である。この中には異常を起こして死んでいるものと健全ではあるが死んでいる途中で脱皮がうまくいかなくて死んでいるものもあります。

(スライド３６)

これはクロハラエオスジワタムシについても同じように調べています。福島は確かに高いです5.7%くらいです。この種類は全体として異常があまり見つからない。統計的に福島は一番高いのですが、美唄、札幌に比べて有意に高いというわけではない。言えないのですがレベル3という重い程度の形態異常が見つかっています。これはほかの地域では見つからない。何かありそうだと考えています。

(スライド３７)

形態異常がいろいろ生じているというのは2012年６月上旬に採った個体です。　　全体をまとめてみましたが、健全なものの割合、異常を起こしていうもの、中で死んでいるものを表しています。ですが翌年2013年になると、全く同じ木おなじところで採ったものです。数は少なかったのですが、健全な個体が増えているのです。同じようにおなじ木から採ったクロハラヨスジワタムシ2012年では健全なもの形態異常を起こしているもの死んでいるものがこのよう分けられるのですが、翌年は健全なものが増えているのです。１年たつとアブラムシは増殖率が高いですから健全なものがどんどん増えている。いつまでも異常を起こしているわけではないのです。1つの考え方としてはある程度放射能に弱いタイプものはかなり死亡してしまって放射能に強いタイプのものが生き残って元気に虫こぶを作っているのではないかと思っています。実は2014年も同じように採取してまだデータ数まとまっていないのですが、見たところ、今年も傾向はおなじで健全なものが増えている。形態異常が増えるという感じではない。一撃を受けて大きいショックを受けた集団そこから立ち直ってきているだろう。アブラムシは非常に増殖力が強い生き物ですから数匹でも生き残れば何万と増殖していく特性があってこういう状態になったのだろうと思います。

(スライド３８)

これまでの話からこういうことは言えるだろうと思います。もちろん今調べている地域というのは放射性物質が高濃度に蓄積していますが、直接、その虫がどのくらい放射能を持っているのか現在まで調べられておりませんので放射性物質が原因とは言えない。

しかしこの地域には細胞分裂を阻害するような突然変異源(mutagene)があると言えるのではないか、1種類だけで起こるのではなく2種類に同じように起こっている。

突然変異源は、昔から調べられてきているが、1つは化学物質突然変異を誘発する化学物質はたくさん知られている。それから放射性物質がある、どちらかということはまだ決められない、決められないのですが、この地域ですが化学物質の影響は考えにくい

　この時期、ここは計画的避難地域であり、2年間ちょうど虫をとった時期から農業は行われていません。殺虫剤、除草剤は全く使われていない、雑草が生い茂っていて自然に帰りつつある。そういうところでとったものの中に形態異常があったということです。

もうひとつ、2012年にとったものに異常・死亡が多く、2013，2014には異常・死亡個体が減少しています。もう回復の兆しがある。ですからこれは2011、結局一年前か 2012年春この時期特有の原因があったとしか考えられない。原発の事故を起こして、降下物が大量に蓄積したということが分かっています。

(スライド３９)

どのくらい蓄積したということですが、これはもう文部科学省の調査がおこなわれていました。山木屋地区、原発が爆発した直後2011年3月16日、雑草としかかかれていないのですが、ヨウ素131　727,000Bq/kg、　セシウム137　158,000Bq/kg、　セシウム134　157,000Bq/kgととんでもない量な汚染を受けたことが記録されている。大量の降下物がふりそそいだわけですが、土の表面ですとか木の幹ですとか人家の屋根、壁全体がこのくらいの被爆と考えられます。この時期は植物がまだ葉っぱを出していない時期です。

(スライド４０)

さてこのくらいの被爆をしているということはわかったのですが、これからこれまでの行われてきた放射線生物学のお話をしようと思います。昆虫というのはこれまでしてきた実験によると非常に放射能に強いと分かっています

コドリン蛾という蛾に40,000rad(=400Grayつまり400シーベルト)を照射しても蛾は全然死にませんが、但し98%の精子が死んでしまう。成虫になると分裂している細胞は生殖腺しかありません。哺乳類は新陳代謝していますから放射線が当たるとDNAが壊れてしまって新しい細胞が作れなくなる。それで、大きな影響をうけるのですが、昆虫の場合は分裂している細胞があまりないので成虫は影響をそれほど受けない。精子は死んでしまうということは分かっています。昆虫にいろいろな放射線を当てるという研究は1960年、1970年盛んに行われました。この研究結果によりますとシラミ、イエバイ、ゴキブリ、シミ、トコジラミ、アリといろんなものにあてています。そうするとだいたいみんな強いですね。1番弱いもので50％蛾の致死するガンマ線ハエ卵で1.3シーベルト当てると50%の死でしまう、1番強いものシラミ幼虫で1,900シーベルト当てないと50%死なない。人の場合の致死的線量は6-7Gy(シーベルト)ですから　それに比べると昆虫は放射線に強い。これから比べますと福島でのあれだけの形態異常が生じたかはなかなか説明しにくい。

(スライド４１)

これは難問ですね。一般に、昆虫は放射線に強い。数１０Gyの照射でも死なないものが多い。これまで形態異常も報告されていない。これに対して、川俣　山木屋では形態異常が多発している。2012年の空間線量が４μ㏜くらいで、これまで実験に使われていた線量と比べるとなんでもないとしか思えないほどの線量なのですが、そこで死亡や異常がかなり起こっている。どうしてこんな異常が多発するのかなかなか簡単には説明できません。

(スライド４２)

これまでの放射線の実験を紹介したいのですが、これはγ線をいろんな生物にあてる照射実験風景です。ここにコバルト60をおいておきまして、一定距離はなして、いろんな容器がありますけどこれにあてるための昆虫や生物を入れまして一定時間照射します。使わない時はこのコバルト60を水の中に沈めておきます。一定時間、距離をいろいろ条件をかんがえて、容器の中の生物に照射してきたわけです。こういう実験をしてきたわけです。これまでの放射線生物学では。

(スライド４３)

これに対してどこが違うかといいますと、実際の原発事故の後の状況がどこが違うかといいますと、ガンマ線がこのあたりに4μ㏜の線量はありますが場所によって違うと思いますが、それに加えて放射性の粒子が飛び散ったものがいろんなところにばらまかれているわけですね。赤い点でしめしていますが、例えば、ハルニレの樹皮にも枝にも拡散しているわけです。アブラムシはちょうどこの幹のここに卵をうみつけるわけですね。放射性物質の横で冬越して春にはここから幼虫が黒く書いていますがここから出てきて、トコトコ歩いて葉っぱのところまで来て虫こぶを作ります。ですからここでは放射性物質まみれになっている状況にあろうと思います。この赤い粒子はいろいろなセシウムとかいろんなあるとおもいますが、かりにセシウムだとしてもベータ線もガンマ線も出しますので強い影響を受けているだろうと考えます。それに対して、虫こぶの中を調べてみますと虫こぶの断面でこの虫こぶの中では黒いのは形態異常が多く見受けられた一齢幼虫の抜け殻、ここで成虫になってその子供、この生まれた子供には全然影響がでていません。第2世代を調べているのですがほとんどみつかりせん。第１世代で肢がないという状態であっても幼虫には影響は出ていない。この幼虫には同じように4μSvくらいの空間線量をあびているとは思いますが、こちらには影響がない。どこに違いがあるかといえば卵がまさにばらまかれた粒子の横で冬越しをしている。そこが一番違うのではないかと思います。

(スライド４４)

実際樹皮にどれくらいの放射線物質があるかといいますと、これは東大の森敏先生のオートラジオグラフィーですが放射性は黒く映るんです。フイルムで写すのと同じような原理ですが、黒い点々が全部放射性物質です。これは福島県飯館村、ハルニレではなくコナラですがこのように放射性物質粒子がくっついている状態になっていて、アブラムシの卵もまさにこんなところにうまれている。

(スライド４５)

さてそれで、被爆といっても2つ考えなければいけないだろうと思います。1つは遠いところから飛んでくるガンマ線、遠距離線源からの外部被ばくと書いていますが、普通の放射線生物学で考えるのはこんな状況です。たとえば、1年100mSV以下でのリスクがあるかどうかを議論されていますが、こんな状況を考えています。

どうしてこのような状況を考えるかというとこれまでも室内で動物実験ができる、あるいは広島・長崎の原爆データもちゃんとある。広島長崎では原爆は強い放射能を1次的に浴びたのですが、放射性物質のチリはそれほどでもなかったのです。原発事故に比べますと。ですから今でも広島・長崎の土壌が汚染されているわけではない。ほかの地域に比べても汚染状況が強いわけではない。ですから原発事故の場合と違っている。リスクがあるかどうかは、私は専門家ではないので良く分かりませんが、普通はこれ（遠距離・・・）をかんがえている。たとえば、福嶋くらいの空間線量では何もおこりません、安全ですと言っているのはこちらの知識から言っている。 これはきちんと教科書にも載っていることです。これに対して至近距離の点状線源からの被爆と書いたのですが、原発事故の後は放射性物質の粒子状のものがいたるところにあるわけですね、ここから四方八方に放射線が出ていてこれによる影響というものは非常に大きいのだろうと考えています。アブラムシの卵を書いているのですが、そのすぐ近くに放射性物質のチリがあるとアブラムシは卵の期間が4カ月いますから、ずっと放射能にさらし続けられています。これを計算してみますとグレイという単位で評価しますと数10Grayくらいの放射線で4カ月間浴びてしまう。アブラムシ私の調べたオオヨスジワタムシの卵の長形は1mmもない。0.8ｍｍで、 非常に小さな生物が、チリとはいえこのあたえる影響は非常に大きなものと考えています。局所的この場合ほんの一か所だけでも強い被爆を受けています。残念ながらこのような状況を室内実験では再現できないのです。というのはチリ状のものはあまりにも危なくて研究者は扱えないチリをその辺にばらまいて何か調べることは全く行ってこなかった。全部コバルト60からの照射に限られているのです。ですから実験データはない。最近、話題になった放射線を浴びて鼻血が出るかどうかというはなしがありましたが、放射線生物学の専門家はでません、鼻血がでるのは、空間線量にして1.2SV くらい浴びないと出るわけはないと、それは全体が浴びて血漿バンの生産能力が落ちて全身が虚脱状態になって鼻血が止まらなくなる。そんな鼻血が出ることを考えている。こちら(至近距離・・・・)の場合を全く考慮していないわけです。現地ではこういうもの(点状線源)が飛びまわっていますから風が吹けばほこりのなかにチリの中には含まれていますから、ですから放射性物質が鼻の粘膜につけば特定の場所が強く被爆をして出血するということも物理的にはあるうることだろう

(スライド４６)

これは放射性チリがヒトの体についた場合、もちろんお風呂にも入るでしょうから、それほど強いこれだけ影響を与えることはない。ガンマ線をだしていますがベータ線に関して言えば、セシウム137はベータ線も出るんですが数ｍｍの紙一枚でも防御できますし皮膚もありますし、ベータ線の影響はそれほどない全くないとは分かりませんが、あまり考えなくていいだろう。

ところがアブラムシはとにかく小さいですから、放射性物質との相対的サイズを考えるとベータ線あっても貫き通ってしまいますからその影響はかなりあるだろうと考えます。DNAが切断されるなどいろんな影響がありますが、体細胞に受けた影響というのはせいぜい癌になるということですが次世代にどのくらい影響があるかと生殖腺ですね、ヒトの場合もアブラムシもどれだけ影響を与えるかということです。生殖腺に影響を与えられなければ次世代へ影響しない。アブラムシの生殖線はこのあたりにありますから体のおなかのあたりにありますから、おなかが二つになるということがあっても生殖腺に影響がなければ、次世代に影響がでないということが説明できる。私、計算してみたのですが1ベクレルのセシウム１３７の上に乗っかった条件のもとでも、卵のサイズを考えてみると4カ月で1.6Grayくらい浴びることになります。もちろんもっと近い位置にいるともっと強い線量をうけることになる。

(スライド４７)

これは実験的にこれまでも何回もガンマ線、放射線を当てるということが行われてきたのですが、この時当てる放射線は強いもので数１０Gy～数100Gyあてると虫や昆虫はそれによって全身的DNA破壊され、それによって死亡したり、生殖腺破壊が起きます。

放射性粒子が飛んでいるような場合、全体的な空間線量はそんなに強いものではなく4μ㏜、これによる影響はそれほど強いものではないとおもいますが、至近距離にある場合、局所的に強い被爆を受けますから特定の箇所だけが細胞がやられてしまうのではないかと私は考えます。そのために一度発生の過程での細胞がダメになってしまうとそれを補うように細胞増殖が起こってしまう可能性があります。

作りすぎてしまったり、おなかが二つ出来る、もう一個肢を作ってしまうとか失敗がおきる。これは同列変異的形態異常といわれていますが、このような変化が起こったのではないかと考えています。

(スライド４８)

形態異常は見つかっているのですが、同じ個体でのDNA変化についてもしらべていまして、まだ途中で何とも言えないのですが、形態異常を起こしていたアブラムシをとってきてミトコンドリアで配列を一生けん命調べているところなのですが、１４頭だけですが、これまで報告がないほど信じられないほど変異が多いのです、アブラムシには。自然のものなのか放射線によるものなのか、何年か今まで調べてきたもの、データがありますから、合わせて検討しなければならないのですが、どの昆虫にも報告がないいろいろな変異が起きています。これはDNA の配列を並べていますが、変異のあるところだけしるし（アルファベット）で表しています。これはミトコンドリアのDNAの塩基配列をあらわしていますが、アミノ酸に変えてしめしました。同じ色で描いているところはおなじアミノ酸ですが、アミノ酸の種類が変わってしまうような変異が14個体中2個体に起きています。非常に珍しいことです。こんなのが14個体調べた中にこれだけアミノ酸まで変わってしまうというのは。ミトコンドリアはエネルギーを作るものですからここにこれだけの変異が起こるといろいろなトラブルが生じているのではないかと思います。これはこれからさらに調べていきます。

(スライド４９)

いろいろの方がこれから福島でどんなことがおこるのかということを本が書かれています。一部で評価の高い宇野賀津子さんが2013年8月に書かれた「低線量放射線を超えて」をよんでみました。この方の基本的な考えはこちら(スライド45)の考え方「遠距離線源からの外部被ばく」からすすめて書かれている。基本的には福島では大きなトラブルは起こらないとはっきりいわれている。その根拠は国際的に定評のあるジャーナルに掲載された論文のみを参考したとかかれている。科学をすすめるうえでは全く正しい、ただしいのですが、これをやってしまうと実は　チェリノブイリのデータは無視、福島の現状を考える上では最も参考になるとおもうのですが、チェリノブイリのデータは国際的に定評のあるジャーナルに発表されているわけではありません。

客観的根拠の弱い話しは一切無視とかいてありますがチェリノブイリの事故の起こった時は最初の5年くらいはソ連ですので、ソ連が客観的にデータを集めて一般国際社会向けて発表するということは多分しなかった。ですからデータに決定的にかけていた。国際的に定評のあるジャーナルに発表するにはたくさんのデータをしらべなければいけません。大規模疫学調査の不在、何万人何十万人を対象とした追跡調査がどうしても必要です。その結果まだ発表されていません。チェリノブイリに関して。有名なバンダショフスキ先生の論文を読んでこの方は全く論文の呈をなしていない一切問題外だという風な判断です。もちろんいろんな症例をみられている方の意見であってもできちんとした論文を書かれていない客観的根拠が弱いものは無視だという立場で書かれている。それに対して広島・長崎の原爆データはきちんとしている、ということで、これを使っているのですが、先ほど言いましたように、放射性粒子が多量に放出されているような状況でありませんので放射能事故がこれに当てはまるかどうか良くわかりません。年間、100mSv以下の低線量被爆ではほとんど何も起こらない、広島・長崎ではそうなんですね。白血病は増加した証拠はあるが、100mSv以上浴びたひとで、100mSv以下では過剰なリスクはないというんですね。たぶん違うであろうと私は思う。注意したいのはガンに関してだけ書かれています。ガンは対して起こらない。この方は免疫が専門なので、免疫力の強調、DNA修復機構の強調は書かれています。福島に関してはですね、組織にしばられない科学者がてんでんばらばらの発言し混乱を招いた。私もてんでんばらばらに研究しているのですが、研究者の権威は地に落ちたかどうかわかりませんが、この方からみるとそうなのでしょうね。政府がちゃんと管理しろといいかねない勢いがありますね。たぶん良心的な立場だろうと思いますが、放射能煽るべきではないというのが基本的立場です。それを言ってしまうとむしろ心理的ストレスを受けて健康状態に良くない。差別にもつながるとおっしゃっています。これは放射性生物学をきちんと学んだ方には当たり前の常識のようで、この方たちには評価が高いようです。

（スライド５０）

　福島の生物影響に関する勉強会が今年の8月10日から11日にかけて京大の原子炉実験施設で集会がありました。今中先生と福本先生が呼びかけ人になっていろいろな方が集まって発表したんですね。そのときの成果がほとんど報道されていないことなのでここで紹介をいたします。いろいろ新しいことが明らかになっています。

(スライド５１)

福本先生のグループ、どういうことをされたかといいますと福島では最初のころこのように牛がたくさん遊んでいる状態が報道されていましたが、今これ全部つかまって殺処分されています。福本先生のグル―プは殺処分された牛の内臓を調べて、どのくらい内臓にセシウムなどが蓄積しているか丹念に調べています。牛を殺してしまうというのは不心得者が牛を捕まえて肉として対処すると大変なことになるということで全部殺処分されています。いろいろな臓器に蓄積しているセシウム量はキチンと測っている。胎児のセシウム蓄積量は、母牛の蓄積量の1.5倍あるということが分かっている。特に明らかになったことは酸化ストレスが非常にたかまっている。放射能をずっと浴び続けていると体内で活性酸素が発生していろいろな細胞を傷つけるようです。それに対してそれを防衛するためのストレスがたかまり、いろんな物質がだされている。それからこれは良くわからないのですが、筋組識が軽度にとけている。かなり牛も痛い状況ではないかと思います。こんなことが明らかになっています。

（スライド５２）

これは福島とはちがうのですが、実に詳細な実験をされている。大阪大学の中島裕夫先生ですが、マウスにセシウムに汚染された水をずっと飲ませ続けている。1ml当たり100Bqの水を飲料水としてのませている。10世代にわたって飼いつづけており、どういう影響が出ているかを詳細に調べています。もちろん対照群はきれいな水をのませています。個体あたり2313Bqに平衡するのだそうです。これはKgあたりにすると 93500Bqという非常に強い汚染状態になりますが、10世代目で染色体、変異遺伝子配列、肺腫瘍発生率、酸化ストレス反応、平均産子数、性比を調べても全く、対照群と差が出ない。だから汚染された水を飲んでも安全かどうかはわかりませんが、人間はどうかわかりませんが、少なくともマウスに関してはこれだけ相当に強い汚染でも影響は出ない。マウスは昔から放射線に関して強いと言われています。確かにこの研究でも対照群とちがいは出ない

(スライド５３　)

これはイネの研究ですが東北大学の林剛平さん、ドクターコースの学生さんですが、飯館村でこのような状態でイネを育てています。だいたい４μSvのところに、

最初は放射性物質のないところでイネを育てていて、10何日かたたったものを飯館村に持って行ってそこでイネを育てる。３つおいてありますが、それぞれでイネをそだてているのですが、完全に遮蔽された空間で育てる。半分くらい遮蔽した状態、3番目は全く遮蔽していない状態で育てるということをおこなっている。3日間だけ4μSvにおいておくんです。そんなにすごくつよいというわけではないですね。そして何時間か毎に葉っぱをちぎって、そこでどんな遺伝子が発現しているか、活性しているかを全部調べるのです。そういう研究をしています。

（スライド５４　）

そうしますと3日たつと４μSｖはそんなに高いとはおもわないのですが、イネの葉っぱの先が枯れてくる、一部かれた部分が目立つ。こういう状態を先ず示す。

（スライド５５　）

これはわかりにくいのですが、横軸は時間の流れだと思ってください。6時間くらいから始まって３日後まで時間の流れを示します。それぞれの遺伝子がどれだけ活動したか、活性化しているかを示す指標です。遺伝子はメッセンジャーRNAに転写しますが、そのメッセンジャーRNAがどのくらい作りだされたかを示します。特に動きのあったものに注目します。これはぐっと上がって下がっています（最上段右から4番目赤で囲っている）、相当に後半になって上がっていますね（3行4列目と4行2列目）赤で示したものがこれです

（スライド　５６）

結果としてどういうことが分かったかと言いますと、DNAを修復するような遺伝子これが体の中で活性化している。だからイネでも4μSvくらいのところにおかれると何かおかしいと感じてDNAが壊れないようにDNA修復遺伝子を盛んに活性化させている、ということが分かります。だから体内でDNA 修復機能を高めている。もうひとつは、活性酸素でストレスを受けるので、そのストレスを防ぐためのいろんな遺伝子を働かせているということがわかりました。同じことが、まだ発表されていないのですが、サクラマスで東北大学の中島先生が調査されていて、福島の河川で採れたサクラマスと北海道の河川で採れたサクラマスを比べてみるとやはり、遺伝子の発現量が違っていると、これもちょっとした放射性物質の濃度が違いによって遺伝子の活性がちがってきている。これは相当に大きなことだと私はおもっていて

（スライド５７）これが最後のスライドになりますが、全体をまとめますと、放射線の影響とは1)と2)はよく言われることです。例えば、ガンマ線によりＤＮＡの切断があると修復の失敗による配列の変化、染色が変化してしまったり、細胞死を起こしたり、場合によっては体細胞で起これば癌の原因になったりしまう、生殖腺の細胞がやられれば次世代への影響が及ぶということになりますね。

2番目のほうは放射線が当たると体の中の水の分子とぶつかると、そこで活性酸素が発生する。1番問題なのは活性酸素ではないかと言われています。放射能を浴びたときの身体にダメージが生じる1番の原因は、直接ガンマ線がＤＮＡを切るということではなくて活性酸素が発生することによっていろんな細胞を傷つける。もちろん、活性酸素自体ＤＮＡをきりますし、細胞に炎症を引き起こすと。慢性炎症によって、そこに長い時間暮らしていると老化がそくしんされるということにつながっていて、放射線が強いところでは1番よくない原因だと最近では考えられています。ワタムシで壊死した細胞がでてきましたが、これも活性酸素がいろいろと影響しているのではないかと想像なのですがそんなことを考えています。それからこれまで全く言われていなかったこと3番目です。ガンマ線が存在するとガンマ線に対して生物は反応するんですね。どういう風に反応するかといえばＤＮＡ修復機構を活性化させるとか、酸化ストレスには防御する反応をひきおこすとか、これはほとんど言われてなかったことです。たとえていえば、新しい環境に生物が入り込むのとおなじことで、たとえば、高い山に登ると赤血球が急速に作りだされるとか、全く　　　　　　新しい環境で遺伝子が別の遺伝子が活性化するのとおなじで、放射線が高いレベルで存在しているところでは　ＤＮＡ修復機構の活性化だとか、酸化ストレスに対する防御反応だとか新たな遺伝子が活性化することになる。これがどういう影響を及ぼすかは、まだ全くわかっていません。たしかに活性化するので体が助かるということもあるのですが、この副作用もあるはずです。生物というのは食べ物から得たエネルギーで運動したり代謝したり、免疫を作ったりそれ以外の生体防御だったりいろんなことをやっているのです。さらに新たに放射線防御を行い始めるということは明らかになったのです。こちらに力を注がなければならないことはどこかでマイナス面もでてきますから、健康な人であればあまり関係ないのかもしれませんが、年をとった方であるとか子供であるとか病気の方とかが放射線防御に新たに対応しなければならないとするとほかのところが手薄になることがあるのではないかと考えています。これが原因になって放射線が高線量下で暮らしていと手薄になったところからいろんな副次的な影響をもたらしている、これが全体の体調が不調になるとかそういうことの原因になるのではないかという気がします。これは全くわかっていないことですが、少なくとも3番目のこういう現象があるのだということを勉強会で私も勉強いたしました。これで、全体のまとめとしたいと思います。ご清聴ありがとうございました。

＜家田教授＞御講演ありがとうございました。前回の時もそれまでも放射能が生物にどのように影響を与えるかとかんがえてまいりましたが、今回のご講演でかなりなことがわかったよう思います。それでは、いまから10分ほどの休憩をとり、3時25分に再開致します。

30分か40分くらい質疑応答を行います。お配りした1枚の紙でお知らせしていますが、秋元先生の研究をネット上で見ることができる関連するサイトのアドレスをのせてあります。それから私が大学院で授業の一環として札幌市民放射能測定センターに行きまして実際放射能をどのように測定しているのかを大学院生に見てもらおうとことで来週の木曜日27日に午前中に学生を連れていきます。富塚さんいらっしゃいますけど。場合によっては市民の方も一緒に見るということでもし、興味のある方は、そこに書きました豊平の西岡の測定所にその時間に来ていただければ一緒に御覧いただけます。それから私のことで恐縮ですが、最近書きました「なぜ日本の災害復興はすすまないのか」という本でハンガリーの事例を参照し、もっと別のやり方があるのではないか、先ずは住民の復興だろうなど書いています。多くの市民の方に読んでいただきたく、お近くの図書館で購入希望をお願いします。

＜質問＞東北大の林さんの実験に関して、聞き逃していたかもしれませんが、お教えください。4μSv の環境にイネの栽培3例、一つは完全遮蔽、１つは半遮蔽と１つ開放系で3日間栽培していましたが、この3検体に有意な差があったのでしょうか

＜回答＞データを見るとその間であまり大きな違いは出ていなかったと思います。なぜかは私もよくわかりません。

<質問＞有意な差はなしということですね。ありがとうございます。

＜質問＞アブラムシについてよくわからないのですが、１つはワタムシは北海道におけるユキムシのことですか。アブラムシは普通に単為生殖をするものですか？100年前にハーマン・J・ハラーがショウジョウバエにおいて放射能によって突然変異を作り、放射線遺伝学の基礎をつくりましたが、アブラムシについてはそういう実験はされてこなかったのでしょうか

＜回答＞ワタムシは北海道の雪虫です。ワタムシは日本で40種類くらいいるのですが、北海道ではユキムシが有名です。私、元々ユキムシの研究をしていました。雪虫に近い種類が虫こぶを作ります。それら全部を広くワタムシと言っています。ショジョウバエのようにアブラムシに放射線を当てるという実験は全くされていません。植物を育てて植物ごと放射線を当てるということがなかなか、大変でしょう。単為生殖は春から秋まで10世代くらいメスがメスを産んでメスだけで世代をつないでいく、10世代くらい単為生殖です。秋になると、ちょうどユキムシが飛び出すころに、オスと交尾用のメスを作って秋の終わりに1回だけ有性生殖をします。

＜家田教授＞ありがとうございます。今のお話ですと、アブラムシは単為生殖したメスは全部死んでしまって年を越すのは卵、有性生殖した卵だけでこれが春になるとそれが孵化するということですね。

＜質問＞先ほど大阪大学の中島先生のマウスの研究ですと、マウスは放射線に強いということだったのですがどれくらい強いのか、それと人間と放射線におなじくらいの耐性、人間ですと６～７シーベルトで死滅、を持つ生物はいるのでしょうか？

＜回答＞マウスに関して強いと言ったのはチェリノブイリでも野生のノネズミに関して遺伝子レベルで調べられています。汚染の強いところのものその周辺のところのものも違いがないと知られています。これは、理由は良く分からないのですが、本来は遺伝子で違いがあったのかも知れない、変異を起こした個体は死んでしまうため、しばらくすると違いが見つからないのだという説明があります本当に強いのか良く分からない。ノネズミですと影響を受けたものが死に絶えてしまうと常に周辺の地域からあいた所に入り込んでしまいますから、ほかの野生生物もそうかもしれません。チェリノブイリですといつも見られるのは周囲から入り込んだ健全なのもだけだとする説もあります。そうではなく有害な遺伝子が少しずつ蓄積しているのだという説もあります。チェリノブイリで20何年たってもそこのところがよくわからない。ネズミにいろいろ放射線を当てても変異しないということはよく言われています。人間と同じレベルというのは、体重が一番重要ですのでおなじくらいサイズのものだと、哺乳類であれば。

<質問＞大阪大学の中島さんのレポートを見て気がついたこと、おもったのですが、確かビタミンCを生合成できないのは人間くらいの高等動物では天竺ネズミくらいなもので、哺乳類はビタミンC を生合性出来るから酸化ストレスとかフリーラジカルとかが原因で発癌するという知見が　モルモットでうまくいから人間には当てはまるというものでは全然ないと思います。

＜回答＞そうだとおもいます。人間に放射線を当てるわけにはいかないので、推測するしかないのですが、マウスはあまり適切ではないのでしょうね。

<質問＞ありがとうございました。2012年にシジミガチョウの研究がでていて、あの時はかなり奇形が出ていたにもかかわらず、テレビで発表される時に最後にほとんど異常でしたが、人間は強いので大丈夫ですとコメントが付いていたのですが、そのときの異常が出ていたということと今回は1世代というか細胞分裂に達しているものだけにしか異常が出ていなかったという研究の違いはどうしてでたかということと、その最後のまとめのコメントしたのは誰なのか、研究を発表するまでは良いのですが、最後のコメントを誰が付けるのか教えてください。

＜回答＞誰がコメントしたかは分からないのですが、テレビ局ではかならず、人間には影響がありませんと、研究者がいうわけではないのですが、最終的に文字で示されるのはテレビ局が勝手につけますから、何も研究者が言うわけではなくテレビ局の判断で入れています。シジミチョウについては今回紹介しなかったのですがシジミチョウの例がゆうめいでして、あれは奇形といわれていますが、私から見ると、あれは奇形というのではなく孵化がうまくいかなかった、私がしめしている奇形というのは新しい細胞分裂が起きて新しい部分がつけ加わったものをいいます。チョウの場合はさなぎから孵化する時にうまく翅が伸びないと縮んだ状態になってしまいます。奇形というより生命力、生存力が弱くて脱皮すると身体に入っている血液に圧力をかけて翅に送り出して翅をのばしていたんですが、そのときの圧力がうまくかからないと翅は伸びないで縮んだ状態になる。奇形というより生存力が弱かったと思います。それがそこに放射能の影響がでているのかもしれません。新しい何か、肢が新しく出きたとか増えたりとのそういう奇形とは違うと思います。

琉球大学の大瀧先生のグループがしらべられているですが、結果は私と非常によく似ていて、最初の年に非常に形態異常を起した個体が見つかたのですが、次の年には急にいなくなり今はまったくみられません。福島でいくらとってもです。ですから最初に放射性物質が降り注いだときに大きな影響を受けて形態異常だとか弱い個体に出てきたのだけれど今はいません。最初の年にだけ影響を受けています。昆虫全体に同じような影響があるのかもしれません。放射線に高濃度に汚染を受けた地域には全体的に虫はいません。

＜質問＞ありがとうございました。1昨年の夏8月に福島の街を山を見てきたのでございますが、私も蝶々がいないなあと、鳥の声がしない、セミの声がしない、真夏なのに山の中でセミの声がしないと非常に愕然としました。セミは地下にいる間は影響を受けないだろうに地下から出て殻から出るあたりで一番に影響を受けるのだろうか。とにかく生きていない、とにかく蝉のこえがしないというのは本当に沈黙の夏でございました。もうひとつ蝶々がいないということは、チョウなどが媒体する虫媒花が今後影響を受けていくのではないかと思うのですがいかがでしょうか

＜回答＞蝉がいないというのは初めて伺いました。驚きました。夏には福島に行ったことがないものですから全然わかりませんでした。そうでしたか、（質問者：8月の16日だったか17日だったかに、本当にびっくりしました）チョウもいない、ミツバチも全くいないしその以外のハチも非常に少ない状態だと思います。そうしますとかなり受粉が妨げられているので植物もたぶん悪い影響にあると思うのですが、これから数年くらいいなくも樹木の寿命は長いですから、それ程の影響はないのかもしれませんが、これから増えてくれば大丈夫だと思いますが、少ない状態が続くとマイナスの影響はあると思います。

＜質問＞今の質問に関連して、ミツバチは大変毒に弱い生き物と聞いていますので他に生き物のように回復するのか個人的に気がかりです。一度個体数が落ちて復活していくやり方は農薬に耐性をつけて行く害虫の必ず農薬をおなじものをまくと耐性がついていく害虫のほうが早く回復して益虫はいつまでも回復しなかったりしますね。そのときの形に少し似ているなと感じました。違うジャンルのはなしですが、業界に不都合なデータが出そうになると実験の途中の段階で実験データを全て押収し、研究者をくびにして研究所に立ち入れないようするなどして、まともな論文が出ないような実力行使にでた例を聞いております。遺伝子組み換えについての問題で起こることであれば当然、原子力についてはもっと頻繁に起きていただろうと思います。国際的に定評のあるジャーナル、例えばネイチャーにのみに掲載されるのであれば、あらかじめ業界筋の圧力、検閲を通過したデータのみを見ていることに過ぎないのかと危惧致します。

＜回答＞そういうことになるのかもしれませんけどね、福島の場合、チェリノブイリから学ぶということが一番重要だと思います。そこが確かにルポルタージュという形ではいろいろあるのですが、きちんとした量的なデータがなかなか得られないというが大きな問題だろうと思います。ルポルタージュをみますとウクライナの政府は全員の履歴のデータを持って蓄積しているということなのですが、研究者もそれを解析して発表するということがやられていないようですね、よく私もわからないのですが。

＜家田教授＞チェリノブイリについては被爆したというか子供たちについてはかなり完全なデータをもっていて、ロシア語でウクライナ語で発表されていてそれが必ずしも全部英語になっていないという言葉のかべがある。生物についてはそれほど包括的な調査がなかなか難しく個別的にはやっている研究者がいらっしゃって前にここで紹介したように、植物についても変異がみとめられるが、そのどんなメカニズムという話に行っていないので現象としてはそういう面はあるという事は言われているようです。今日の秋元先生のお話のようになぜなのかということまでいかないとなかなか論文にならないということだと思うのですが。

＜質問＞2種類の被爆のところで遠距離線源からの外部被爆と至近距離からの外部被爆と分けていたときに、広島・長崎の原爆は遠距離線源からの外部被爆とおっしゃっていたのですが、原爆を落とされたので、近距離ではないかと思うのですが。何が違うのかわかりませんのでお願いします。

＜回答＞放射線物質が皮膚の上につくような場合を至近距離からの被爆と言っています。もちろん原爆は至近距離から落とされたのですが、とらえ方の違いです。放射性のチリになったような物質が存在している環境と、比較的そうではない環境とをわけている。そのくらいの違いを大雑把に分けたのだと考えて下さい。

<家田教授＞先ほどのつけ加えですが、チェリノブイリとウクライナでのロシアの研究結果については私のホームページの中にチェリノブイリデータベースがありまして、そこに外国においてですけれどロシア語で発表されたものについても、英語と日本語にタイトルだけですが翻訳したものを載せています。どういった研究がなされたのかのわかる。分かるために、実際にはロシア語で読まなければならない言葉の壁があるのですが、なぜスラブ―ユーラシア研究センターがこの問題に関わるのは、大きな理由はチェリノブイリの遺産、学問的遺産を引き継がなければいけないのではないかと思っていまして少しずつではありますがこのように進めています。秋元先生がおっしゃったようにもう少し本格的に、しなければいけないとあらためて、使命のようなもの感じております。

ひとつ前のご質問とかかわるのですが、微生物や昆虫がいなくなっているということの意味は何なのかということですが、昆虫の上、下のレベルがあると思うのですが、微生物がどうなっているのか、つまり、小さいもののほうがよけい影響を受けやすいだろうということは一般的に、なんとなくわかるのですが、もっと小さいレベルの変化はどうなっているか、食物連鎖ではないのですが自然界の生態系の循環の中である１つの輪が途切れる、そうすると全体の変化があるのではないか、その辺はどうなのでしょうか

＜回答＞専門家が全く調べていないので、非常に問題なのですが、土壌の表面、落ち葉がたまるようなところここが一番強く汚染されているわけですから、それを分解する微生物や土壌の小さな動物が相当影響を受けているのではないかと考えています。そうしますと落ち葉がなかなか分解されずにいつまでも残るということになりそうなのですが。チェリノブイリではごく最近確かにそうなっているとチェリノブイリでは発表されています。日本でもちゃんと調べなければいけないと思っています。土壌の動物学者が日本にはたくさん、おられるのですが、なかなかそういう場所に行ってちゃんと調べようという方が残念ながらまだおられない。調べたら非常に面白いだけではなく、重要なことだとおもうのですが。分解がおこらなくなるといろんな栄養分が土に還って行きませんから植物がそれを吸い上げられなくなって植物もだんだん衰退していくという流れになるだろう、そして全体に森林自体が衰退していく可能性はかなりある。ですから今から実験圃を設けて10年、30年の計画をたてて国家プロジェクトでやらなければいけないと思っています。

＜家田教授＞ありがとうございます。チェリノブイリというのはポレシアと言うチェリノブイリの一つの点の地名ですが、その一帯は日本と同じくらいの広さなのですが、そこは沼沢地、沼なのですね。そんなに人口密度も大きくないし、今回の福島のように森林というか里山とは全く自然環境が違います、だからそういう意味でもチェリノブイリの知見がそのまま日本に当てはまらない、生態系の循環体系が違うわけですから向こうでの研究結果も踏まえながら独自にやらなければいけない、日本の生態系というのは微妙な部分が、里山というのはどこか１つくずれてしまえば全体崩れてしまうような、それは福島だけではなく日本全体のことですから、低線量の問題があるとすればどこからもれているのか、原発はある程度の放射能がもれているわけですから、海に大量の放射能が流れてそれが生体系にどういう影響をあたえるかについても全く、薄まっていくから大丈夫だろうとか言いますが、本当にそうなのだろうか？今日の秋元先生のお話はむしろ低線量であるからこそ問題は深刻かも知れないというお話だったと思います。ですから新しい学問としてとりくまなければ長期的に見て本当に大丈夫なのかと。低線量こそが、原発だけではない我々はレントゲンも受けていますから日常的に受ける低線量に関して学んでいかなければいけない。本当にそれでいいんだろうかという問題提起もされています。低線量被爆の問題は、生物とのかかわりは国家的プロジェクトでやらなければいけない。そういう意味でも秋元先生のような方が先達としていらっしゃるということは心強いことです。

<質問＞札幌では毎年10月くらいからユキムシが1カ月くらい飛ぶのですが、今年は本当に少なくて気持ちの悪い思いをしました。これは関係がないかもしれませんが、バラを育てているのですが、アブラムシが非常に少なくて楽をしてしまいました。それとハチがとてもすくなくなっていました。関係ないでしょうか

＜回答＞たぶん放射性物質とは直接は関係はないと思いますけど。ユキムシは年によって増えたり減ったりを繰り返していまして、大分長く調べていますが、ほとんど出ない年もたしかにあります。2006年は全く出なくて今年はユキムシが出ませんと新聞に報道されていました。ユキムシは増えたり減ったりの変動がありますので、放射能の影響を見るときにその変動と、それに加えて低下したかを判断しなければいけませんので、1年や2年だとなかなかわからないのです。

＜質問＞ただのおばさんですけれど、今年コスモスの奇形がすごく見られたんですよ。先ほど先生が話された体力の低下による孵化の失敗と一緒なのか細胞分裂の異常なのか。花の奇形がおおかったです。札幌です。それも種を買ってきてまいたのではなく2，3年毎年咲いてその種がこぼれて咲く場所です。そういうところが奇形がおおかったです。

<回答＞私、植物のよくわかりませんが、何もなくても一定の割合でおこるかもしれませんが、それも相当大規模な調査を行わないとそれが特に多いのか判定できません。私も苦労して、アブラムシの何匹かの奇形が出てもそれだけでは何とも言いようがないので、何100という単位で調べてようやく統計的に確かに多いと言っていいような、それを言うまでにいろいろの地域からたくさんとってきてひたすら、そのあたりに労力を使っています。簡単には判定できません。確かに福島辺りに行きますと植物が退化するという現象が見られていると聞きます。見られても1年しかもちませんで、次の年にいくとその現象が一切なくなっていると話を聞きます。退化や奇形がたくさんあるとろにしるしをつけても次の年に行くと全くなくなっている。奇形を起こしている個体は死にやすいですから、死んでしまってそこに新しいタイプが入り込んでくる。ですから、特定の年に同じような環境で何か所かを日本のいろんな地域で調べて確かに福島が多いといえなければ、なかなかいいデータということにはならない、ですが、そういう例を地道に蓄積することは大事なことだと思います。

＜質問＞今回初めて参加させていただきます、皆さんずいぶんくわしいので・・・

低線量の被爆でウクライナの例がありましたね。以前で癌以外にいろんな疾患がふえていると話がありましたが、あれも活性酸素だと現地では考えられているのでしょうか

＜回答＞人間のことはよくわからなく、そこまでいっていいのかわからないのですが、ＤＮＡが放射線によって傷つけられる以外に活性酸素は重要ではないかと考えています。先ほどの宇野先生でしたか、チェリノブイリで健康不良が増えているのは活性酸素が一番大きな問題だろうと言っています。専門家の先生もおっしゃっています。

＜家田教授＞人体の影響ということは先ほど紹介したチェリノブイリデータベースのサイトの中にティムチェンコさんの論文を日本語に訳して入れています。その中に活性酸素とは言っていませんがどういう影響が出ているかということは詳しく出ていますのでホームページでご覧下さい。もし見つからないときは私にご連絡いただければ、冊子にしたのもありますのでご住所など教えていただければ、お送りすることもできます。その最後の結論では、放射線の影響については色んな議論があるけれど個体差が大きいと言っています。放射線の影響は5%でると、5%が多いか少ないかになりますが、さらにその100分の1のくらいところで、でるかでないかの話をしているわけですね、低線量被爆の場合は。そうすると1万人に数人でるというレベルの話です。それが自分であるかそうでないかは全く分からない、そういうことをふくめて、むしろ自分の免疫力を上げることが一番重要である。そのためにはどうしたらよいかというのがその論文の結論です。

今日のお話でも全部の個体にでるのではなく１５％くらい、それが放射能を扱うときに厄介なところでしてみんなにでるのであれば問題はないのですが、少数の人にしか出ないということをどう考えるのかということだと思います。少数の場合は10%の10分の1，100分の1のところででてくる。その影響を我々はどう考えるのかという学問としてやり難いところです。元々影響はあるのですチェリノブイリにしても今回の福島にしても数100万人が低線量に被爆されているのですね。数100万人といえば、わずか1%でも4万人、0.1%でも4千人です。放射能の問題は非常に低い確率ですが、影響する範囲が非常に多い。このバランスをどう、研究者にしてみると、そんな程度であれば研究する必要はないのではないか、やっぱりそれも大きいのだから重要な問題として取り上げるべきだと考えるのか、そこのところで研究者がもう少し効率の良いことをやりたいそういうこともあるかと思うのですが、そういうことも含めてこの問題は深い奥行きのあることだが、なかなか研究者が入らないというところに理由があるのではないか、私が弁護する必要はないのですが、難しいというか特殊な問題が放射能だという事を理解したうえで、どう発言するか難しいことだと思います。そんななかで、秋元先生がはっきりしたデータで数字で示してくださるのは重要なことだと思います。

<質問＞話をもどしてしまうのですが、至近距離からの被爆のおはなしで、アブラムシのタマゴの近くにチリがあったということですが、アブラムシはでてきたときに卵をたべないのですか

<回答＞食べません

<質問＞でてきたときに放射性物質を食べて経口被爆をしたとの可能性よりも、やはり近距離からチリがあたったということが考えられるのでしょうか

＜回答＞小型のこんな非常に小さな生物だと、内部被爆、外部被爆も全部貫いてしまいますからも区別して考える必要はないということと、ストロー状の口を持っていまして、樹液みたいな汁成分しか吸えないので卵の殻を食べるようなことはしない。

＜質問＞では経口被爆のほうが、外部被爆より将来的に影響が大きいというのは何ででた研究の結果なのでしょうか、先生が今回おっしゃったことではなく放射性物質に気をつけていらっしゃる方のおはなしです。ネズミの実験だったら経口であまり影響がないということでしたが。

<回答＞実験出来ることではありません。原爆実験の後の状況であるとか、チェリノブイリのごくわずかな症例からの推測ではないかと思います。それは皮膚についてしまえばどれくらい影響はあるかわかりませんが、吸いこんでしまうとこれは本当に大変ですよね、なかなか出てこないと思いますから、体の中に留まり続ける。人間の場合、一番危険ですね。

<質問＞実験ができないから安全だと言っているのですか

<回答＞あまりきちんとした客観的なデータがないのでいくらでも否定しようと思うと否定できる段階です。

＜質問＞先生は食べて応援をしていらっしゃいますか

<回答＞ぜんぜんしていません。それほど気をつけていません。

＜質問＞秋元先生に今後の研究の展望をうかがいたいのです。今回伺ったのは顕微鏡や肉眼で見て、虫の体の形の異常と遺伝子の検査でしたね。先ほど家田先生からご指摘があったように細菌との共生とか生態系があって、例えば人間であれば大腸に菌がたくさん入っているし、牛だったら大腸だけでなく胃にも微生物がいて合理的な生活上の役割をはたしています。昆虫にも体内にそういう細菌を飼っていて、共生関係があるとおもうのです。先ほどのチョウの孵化で知らなかったのですが心臓の働きが大きな意味を持っている。人間は孵化しませんけれど、そういうことをしようと思って心不全になったら孵化失敗するわけですよね。チョウの心臓とか内臓のレベルの生命力と一言で片づけられることではなくて、チョウの器官の異常とか機能の異常とか形態の異常ということになりますね。

アブラムシでも内臓レベルでの機能、形態の異常を今後、顕微鏡的に研究する余地があるとおもうのですが。体内の微生物と、内臓の研究ということになると思うのですが、その辺はどうなのでしょうか

＜回答＞昆虫、アブラムシもすべて体のなかに共生細菌をもっていまして、これが確かに重要なのですが、これが放射性物質にどう影響されるかは非常に面白いところですが、まだ、だれもそこまで考えていないし、私も同じで、私のやれることは限られていて、全て遺伝子です。遺伝子レベルで、どのくらい集団の中に変異したものがいるのかを長い年月をかけて調べていこうかと思っています。福嶋では、ほかの地域では見られないくらい遺伝的に多様になっているのです、信じられないくらい、これまで誰も報告したことのないくらいの多様の遺伝子、ミトコンドリアのレベルですけれど、多様なものがいるので、これは自然のものではないと私は思っていて、それを確証するために北海道とかあまり汚染されていない地域の集団も調べて、全体を見て言わなければならないのでそれはそれで時間がかかります。自分ができることは遺伝子レベルですが、大きな生態系になると色んな人、一人ではできないのでチームを作って研究していくことになると思います。とにかく生態学者はあまり興味を持っていないということがありまして。全て終わってしまって大したことはないと思っているのが多い。研究者もあまり関心を持っていない、不思議なんですが、そういう状況です。

＜家田教授＞ありがとうございました。いろんな方面に話題はひろがりましたが、今後福嶋原発事故後の生態系の影響についはそれについて必要性は痛感していまして、新しい研究プロジェクトを申請していて、それが採択されますともっと広範囲でやれるではないかと思っています。もしそれができれば、1年後くらいにまた秋元先生に来ていただいてそれについてのお話を、お伺いたいと思います。

＜家田夫人＞本の紹介を致しますが、その間にいろんな方が色んな活動をなさっていますのでこういうことは伝えたい、こんなところに参加していただきたいということがありましたら、私が話している間にお考えをまとめていただいて手を挙げて紹介ください。

家田が｢なぜ日本の災害復興はすすまないのか｣という本を出しまして、まあ2900円で著者割引で2割引きで買えるのですが、それはお勧めしていませんで別に。できれば図書館ですとかに市民として購入希望を出して下さると1冊でもどこかにあっていつかだれかが読んでくださるかとおもいますので、2010年にハンガリーで大規模な産業廃棄物の流出事故が起きたんです。国際幹線のドナウ川にあと数日で流れ込むとヨーロッパ中が戦々恐々としていたんです。そのときたまたま、ハンガリーが専門なものですからそこに行きまして流出事故をどのようにくいとめたか、死んだ人、家を壊された人、ばらばらになった人をどのように救済されたかということ調査して、そうしたら、その翌年に福嶋の原発事故が起こってしまったんです。まだ全然復興が動いていませんよね。ところがハンガリーでは世界中から人が集まって、ほとんど1年で住宅を復興してしまったんです。それもアパートを建ててここに住めではなくて一軒一軒訪ねてどういう家に住みたいか、どういう家族構成かどういう復興をしたいかを聞いて、いろんな人の力を集めてお金がない国なのにやり遂げたということを家田が発表してますから、会場からすごく反応がありまして、その中に出版社の人がいて、その話をぜひ出版してみようではないか、どうしてそんなことができるのだろうか、お金がない国がと。法律専門の出版社なので中がすごく硬いのですね。文字もいっぱいありますので私も読むのが嫌なのですね。それで図書館かなにかにおいてあればだれかがいつか読んでくれると、今までの反響も、弁護士さんとかがわかりました、こんな復興があるのですね、建物や道路や、橋を興すのではなく先に人間の生活を先ずとりもどすという復興をした国があるとみて下さいましたので、

ではほかの活動の件でどなたか

＜かたやまさん＞先ほどの質問したのですが、初めてきたのは我々も家田先生と似たことをしていまして知ってもらおうと思ってやってきたのです。北星学園大学の片山と申しまして2年半前から我々教員の力で年に5回くらい、それぞれの専門分野の立場から原発問題を考える集会というか講演会をやってきまして来週もありまして、家田先生のほうに資料をお渡しして先生のサイトほうでリンクを張ってくださいとお願いしようと思ったのですが、来週の金曜日6時から講演があります。ウエブサイトもたちあげています。北星大学原発問題講演会で検索してもらえれば。来週はフランスの原発事情ということで講演致します。ありがとうございます。

＜家田教授＞ありがとうございます。来週の金曜日はいけるかどうか。私、来年の1月にフランスに行って、フランスでチェリノブイリの研究者をしている方と東京で知り合ったものですから、私もフランスは盲点だったので、フランスはかなり一生懸命チェリノブイリについて研究している研究所もありまして、行くとまたいろいろ教えていただけると思います。ありがとうございます

＜かたやまさん＞私のほうは18回目になります、こちらは20数回ですね。ますます

ありがとうございます。

<質問＞秋元先生、最後に飛び入りで申し訳ないのですが、先生のご研究は最初は二人でなさったとか皆さんも心配しているとおもうのですが、上から圧力をかけられたりあるいは若手の研究者がなかなか続かないというようなことがもしないんですよねえ。

<回答＞なかなかむずかしいところです、学生を関わらせないよう、年寄りだけでやっています。学生も賢いのかどうか、こんなことはやりたくないですと言われてしまいました。だから本当に1部の人間だけでやっているのです。ここに来るのもひとりでやってきて、グループでやっているわけではない。それはいろいろのことをかんがえてです。

＜家田教授＞ありがとうございます。先ほどでてきた林さんはわかいひとで、元々京大の今中さんの元で勉強していて、一緒にイネに生育はやったんですけど。一つには若い人はとりわけ結婚前の若い人は長い間あまり福島に行くのは良くないのではないかもあるので、積極的に勧められないなあと思って、それにもかかわらず若い人がそれを学問を継いでくれないと困ると二律背反ですが、矛盾で悩ましいところなのですが、少しずつでも若い研究者がそだってくれれば原発の廃炉に若い研究者が必要なのですが、現地に連れていくのは難しいという悩ましいことに我々も感じています。時間が過ぎてしまいましたが、どうもありがとうございました。