

第13回 松代地震センター談話会発表記録

1. 日 時：昭和44年2月14日
2. 場 所：松代地震センター
3. 発表題目：皆神山周辺に見られる水稻の根腐れについて
4. 発表者：長野県農業試験場農芸化学部 梅村 弘

松代地震に伴う湧水とその塩害については、昨年春ここでお話したけれども、その際は特に塩素を主体にした濃度障害が水稻の収量にどのように影響するかを水と土壌の面からご説明しました。その当時は硫酸根による被害はほとんど考えられなかった。その理由としては、水や土壌の反応はほとんどアルカリ側で問題があり、湧水中の硫酸の含有量も少ないのであまり気にしていなかったわけです。たまたま一昨年の夏頃、農業改良普及所の宮本さんが生育障害を受けた稲株を農業試験場に持って来られた。その被害を受けた稲株は、硫化水素特有のちょうど卵の腐ったような嫌な臭いを持っていた。そして、根が白く萎びたような形で腐っている。こんな症状も一部に見られるということで、昨年度皆神山の東の方、牧内橋の下の方の所に試験圃を設けて、大体2年位の予定で問題解決しようと取り掛かったわけです。

去年は、探りを入れる意味であまり力を注がなかったので、まだまとまっていません。発表するにはちょっと抵抗を感じるわけですが、一応このような事例もあるということを確認して頂くのもまた意義があると思い、あえてご報告する次第です。

お手元にお配りした印刷物に沿ってご説明申し上げます。まず、今回の問題になった水稻の根腐れの症状は、昨年ここでお話した原因とは違い、同じ無機の成分で「アギョウ」と言っているのが、昨年お話ししたものです。今回お話しするのはこれについてです。

最初にも申し上げたように、根腐れ症状が出てこれはおそらくこういった硫化物の影響によるだろうということは分かったわけですが、プリントの最初にある藤沢川の水系の水質については、一昨年の6月、数十点にわたって調査した中から牧内橋を中心にまとめたものです。一応、灌漑に使う用水と、その付近で湧出している湧水と、それから比較のために千曲川の水と海水と、そういうデータを載せました。これで言えることは、やはり湧水は塩素とか硫酸根、カチオン、ナトリウム、カルシウム、マグネシウムといったものが多い。普通の地下水と異なることがお分かり戴けると思います。

それに関して、灌漑用水に使っているこういった藤沢川の上流の沢においても、千曲の水と比較すると、ある特定の成分については高濃度のものが見られる。こういう一つの特徴がある。特に、ここにある左から3つ目の SO_4 といった硫酸根については千曲の水よりはやや多いけれども、そんなに極端には他の成分ほどに多いというわけではないように見受けられたので、一応硫酸根についての農作物に対する影響はあまり考えなかったわけです。

そのような理由で進んできたわけですが、プリントの2頁にあるように、その後支所の方から30点ほど藤沢川水系の土壌を送ってもらい、その内容を見たら一つの特徴として、今回症状の認められるような地域においては、塩素含量は土壌中のものはない。やはり問題になるのは硫化物ではないか、そういう一つの傾向が見えました。

第1表 藤沢川水系にみられる根腐れ調査

調査地点			PH	水溶性 mg/100g			H ₂ O ₂ 処理					Free Fe ₂ O ₃ %	活性酸化性 Smg/100	易酸化性 Smg/100g
			(H ₂ O)	Cl	(SO ₃)	CaO	前 PH	後 PH	滴定酸度 cc/mg	mg/100g SO ₃	mg/100g CaO			
1	上藤沢	稲葉 邦正	6.0	32	28	15	5.1	4.4	31	50	144	3.0	50	9
2	兼田	西沢 清治	5.8	108	14	20	5.2	4.6	32	51	140	2.8	51	15
3	保科田	"	5.8	68	3	31	5.0	4.4	41	66	280	3.1	66	25
4	長礼西	上野 覚	6.2	9	10	22	4.5	4.5	34	54	252	2.5	55	18
5	"	松田 玄司	6.1	17	1	13	4.7	4.7	36	58	140	2.6	58	23
6	"	臼井 定男	6.0	21	29	35	4.9	4.2	49	78	112	3.5	79	20
7	腰巻	中村定太郎	5.7	15	14	11	4.6	4.2	33	53	140	3.4	53	16
8	内田	相沢よしの	5.5	39	66	88	5.3	2.7	250	400	392	1.2	401	134
9	"	中沢 滋雄	5.3	3	84	95	5.2	2.5	311	498	308	1.0	499	166
10	竹原下	桜井 真澄	5.2	28	26	48	5.0	4.5	58	93	98	1.2	93	27
11	会の田	吉池 祐治	6.4	22	52	73	5.8	3.9	84	134	210	0.7	135	33
12	"	村松 覚志	6.2	16	26	38	5.7	2.8	188	301	350	0.5	301	110
13	下沖	中曾根貞雄	5.8	8	47	53	5.4	2.7	260	416	364	0.9	417	148
14	上清水	井口 清巳	6.1	18	13	34	4.8	3.8	111	178	238	1.6	178	66
15	大門	倉島 紀元	5.2	23	15	37	5.1	3.9	95	152	168	2.0	152	55
16	宮田	村松 幸男	5.6	23	72	94	5.1	2.5	306	490	308	1.5	491	167
17	"	村松 国行	5.8	18	42	74	5.1	2.5	251	402	308	1.1	402	144
18	大門	村松 大	6.0	25	45	38	5.5	2.8	216	346	294	1.5	346	121
19	"	村松 健治	6.0	20	59	48	5.2	3.2	176	282	168	1.2	282	83
20	みやま崎	前沢 勝	5.6	21	66	52	5.4	3.1	149	238	238	1.2	239	69
21	"	青山 悦男	5.6	12	101	81	4.9	2.7	229	366	280	1.3	367	106
22	ごんぼう	坂口 佳俊	5.8	13	38	34	5.5	3.7	55	88	168	1.9	88	20
23	ざらざら	神戸 義郎	6.0	12	85	65	5.4	2.6	314	502	308	1.3	503	167
24	下沖	井上 富雄	6.0	18	44	87	5.4	3.2	151	242	224	2.0	242	79
25	前山	前沢林治郎	5.8	18	46	45	5.5	2.7	255	408	308	1.1	409	145
26	"	坂口 春夫	6.7	23	36	41	5.3	2.5	319	510	252	1.0	511	190
27	"	"	6.0	19	43	49	5.3	2.5	321	514	252	1.2	515	189
28	村東	曲尾 祇一	5.8	8	17	8	4.6	3.5	126	202	126	2.1	202	74
29	中屋地	竜堀 芳治	6.0	9	12	14	5.0	4.2	55	88	112	2.9	88	30
30	中御所	長野農試圃場	5.3	4	11	38	5.2	4.6	27	43	168	3.5	43	13

1966.2

一応こういう傾向があるけれども、ではそういった土壌中の硫酸分が水道に影響するとした場合、どういう形の硫酸根が影響するのか、これを調べる方法としては水に溶けているものとか、塩酸とか、強い酸である塩酸に溶けるものとか、それから酢酸とかクエン酸とかいう弱い有機酸に溶ける硫酸もあるわけです。それから一部はこういった溶媒には溶けないようなイオンもある。

その一応の目安をつける方法として、水に溶ける硫酸根と土壌が酸化されていった場合の出てくる硫酸がどれだけあるか、ということを中心に見たわけです。一応この中でCaOとあるのは土壌の石灰分で、これがある場合には土壌の酸性はあまり強くない。そういうような関係で石灰分を見たわけです。

30点のうち一番下にある「長野中御所」というのは、今までずっと試験場で普通に栽培してきた土壌であり、この土壌中のこういった成分の関係を比較して頂くために載せたわけです。水に溶けてくる成

分と ** (以下不明)。その右に H₂O 処理というのがありますが、これは過酸化水素でオキシフルの素です。オキシフルは大体 3%位の液だと思いますが、これは 30%の液です。やはり過酸化水素というのは一つの酸化剤であり、土壌に加えて豊富に酸素を吸収してやるわけです。そうした場合に出てくるイオンがどれだけあるか見たわけです。

この過酸化水素は、pH は硫酸が沢山入っているので酸性をしている。この硫酸を除くために水酸化バリウムを液を加えて硫酸を沈殿させた。その液を苛性ソーダーで中和し、大体 pH は 6.5 からこの場合には 7 近くまで持っていったわけですが、そういうもので土壌を処理してみたわけです。

土壌に直接に過酸化水素の処理した液を加えた場合の pH は、水に溶けてくる場合の pH よりはやっと低い値が出るけれども、さらにこれに温度を加えた後の pH がその値です。酸化させる場合、温度を上げてやると反応が進む。普通の状態だと夏になると温度が上がる、そういったことを極端にやってみたわけです。そうすると pH は、低いのは 2.6、2.5 といった数字で出る。結局、硫酸根の影響で水稲が根腐れになるような圃場は、畑地の状態でおくと究極の pH は、すなわち酸性化の程度は硫酸分の影響による酸性は pH でいうと 2 から 3 位まで下がってくる。

この前の水稲の障害の場合には、塩素は割合土壌には吸着されない元素であり、水でよく洗ってあげば害の作用が簡単に除けるんだという、一つの特徴があるわけです。今回の硫化物による害は、水で洗っても流れないという特徴があります。土壌と強く結びついていて、水で洗った位では逃げていかない。

その次に「滴定酸度」というのがありますが、酸性になったものを 10 分の 1 ノルマルの苛性ソーダー、アルカリの物質で中和してみたわけです。この数字が大きいほど酸性の程度が強い。これは畑にした場合にどれだけ炭カルとか苦土石灰とかを加えれば酸性が治るのか、というのを判定するためにしたものです。

その次の「SO₃」は、結局考え方としては活性酸化性の硫黄分であるということです。これが多く出た方が症状としては強く出るんじゃないか、一応そういうことが言えるわけです。

もう一つ、「フリーの Fe₂O₃」というのがありますが、土壌中の活性鉄、遊離鉄で酸化鉄です。後程この話が主体になるわけです。こういった物が多いほどいい。これが 1 以下だと問題になる。3 以上だと、今度のような根腐れの症状はあんまり起きないと考えられます。

これで見ると 30 点ばかり稲の生育状況のうち、2 番は農業改良普及所で調査した結果ですが、葉先が枯れてきたもので、硫酸分はあまり多くない。一方、水に溶けてくる塩素は 108 と出ている。昨年も塩素の濃度と被害の程度とについてお話ししましたが、土壌 100 g 中に 100 mg 以上あると、80%以上の減収になる、そういう一つの傾向が見えた。これはおそらく硫酸分の影響ではなくて、塩素のおかげだろう。

19、21、27 は、活性・酸化性の硫黄とか、水に溶けてくる硫酸分とかが多いけれども、生育の状態がいい結果になっている。これは、また他に何か原因があると思います。一応傾向としては、水に溶けてくる硫酸分にしても活性・酸化性の硫黄にしても、土壌中に含まれている量が多いほど被害が出るんじゃないか。

もう一つ、稲の特徴としてある程度含まれている場合には、かえって分蘖が旺盛になる、生育が進む。そういうことがあるけれども、やはり塩素の場合と同じで毒も盛りようでは葉になる。そういう傾向もここに見られます。

藤沢川水系を中心にした水と土壌とについては、一昨年の 6 月に測定した範囲においては、土壌中にこれほど多くの硫酸分が集積するとは考えられないような水質の状態だったわけですが、実際にこのように土壌を分析してみると根腐れが出る要因が潜んでいます。

そのようなこともあって、前山沖の前沢銀次郎さんの水田を借りて、こういった根腐れの簡単な対策試験をやってみました。前山沖あたりの土壌の状態は3頁にあります。有効土層が30 cm位あり、その下はガラガラな礫層になっています。これを常識的に分けると、作土と鋤床と心土の3つに分かれる。実際の断面の様子は最後にスライドでお目につけたいと思います。その特徴は右の方に説明してあります。色とか土性とか構造とか礫の含み具合とか粘りとかいった特徴が違っておるわけです。これを内面的に見たのが「理化学性」です。概して疎粒質の土壌だと言えます。粘土分が少ない土壌である。

その下の「化学性」を見ると、右の方に「遊離酸化鉄の%」があります。これを見ると分かるように、作土や鋤床では遊離鉄の濃度は1%位だけれども、心土に行くと4%近くになっている。硫化物の影響がここにも加わっているわけです。

第2表 試験地土壌の特徴 (1)理化学性

層位	土色	粒径組成 (%)					土性	礫%
		粗砂	細砂	砂合計	シルト	粘土		
作土	7.5YR2/3 (黒褐)	26.8	27.9	54.7	35.7	9.6	SiL	29.8
鋤床	7.5YR4/2 (灰黄褐)	32.4	27.1	59.5	25.5	14.9	L	27.8
心土	2.5Y4/6 (赤褐)	39.5	26.3	65.8	24.2	10.0	L	27.3

第2表 試験地土壌の特徴 (2)化学性

層位	PH		yl	Ex-Base mg/100g		水溶性 mg/100g		H ₂ O ₂ 処理				遊離酸化鉄 %	活性酸化性 S mg/100g	易酸化性 S mg/100g
	H ₂ O	KCl		CaO	MgO	Cl	SO ₃	前PH	後PH	滴定酸度 cc	SO ₃ mg/100g			
作土	6.7	6.0	0.38	333	35	15	52	7.2	3.9	134	211	1.10	215	64
鋤床	6.8	5.9	0.38	301	23	12	25	7.4	5.1	70	112	1.14	112	35
心土	7.1	5.6	0.25	252	30	12	23	7.2	8.3	20	32	3.75	32	4

その横に「SO₃」がありますが、上が211、下が32、結局硫酸分は田圃では作土に沢山ある。下の方に行くに従って少なくなる。言い換えれば、塩素と違ってこの方は動かないものである。おそらく水、灌漑水と一緒に運ばれたものと考えられる。表層、一番上の部分に集積していて下の方には少ない。鉄とは逆になります。こういう特徴があります。

土壌100g中に200mg内外の「SO₃」があれば、一反歩でどの位の量になるのか、それを「SO₃」という形で表すと、200kg位になる。この場合の一反歩の作土の重量は100ト、1寸1満貫と言っていますが、3寸として大体100トです。これを硫酸に直すと、計算上は245kgになる。作土の中に250kg近くの硫酸が集積しているということです。

ところが、こういった水田に水を張ると ** (不明) ** 水田の土壌はほとんど中性に近いけれども、いったん水を切って畑の状態にしてやると、一反歩にこれだけの硫酸物があるんですから、結局酸性になるわけです。その場合、一応考えられる酸性の強さは大体3.9位ではないか、このような想定ができました。今の「化学性」から4つ目の後の「pH」というところにそれが記載してあります。こういう形になります。

もう1枚めくって4頁になります。今の土壌の化学的な性質をさらに短期間に極端に短期間の変化として調べたのが一番上の表です。温度を一定に出来る恒温槽の中に、その温度を30度に保って4週間入れておいた。片方は畑の状態の水分にし、他方は水田の状態にし、1ヶ月位経ったらどのように変化するかと、言い換えれば、何日も夏の状態を続けた場合にどのように変わるかを見たわけです。

この場合も、やはりそういうふうにして処理した水に溶けてくる塩素とか硫酸分とか石灰分とか、さらにこういった影響が顕著に出るように使った過酸化水素とかを入れたわけです。そうすると先程の場合には、酸性化の程度が3.9位だったけれども、温度とか水とかいった操作をさらにしてやると、pHが2.3位まで進む。水田状態にした場合よりは畑の状態にした方が硫黄分も多く出るし、酸性も進む。そういう一つの傾向があるわけです。

この場合に問題になるのは、畑の状態ならば酸性が進み酸性害が出るし、水田の状態にすれば硫化物が硫化水素になって根を傷め収量を減らすというわけで、何というか、どっちに転んでもあんまりいい土壌状態ではない。たまたまこの時に牧内の神戸(ごうど)さんの立ち枯れの症状が出ている水田、それから瀬関南の村松さんの水田の土を戴き一緒に処理してみました。そうすると、やはりこういった影響が出ている。

3頁の下の表を見て頂きます。神戸さんと村松さんの水田は症状は同じだったけれども、内容的にはちょっと違った傾向がある。というのは、神戸さんの水田は硫酸物が多い。鉄もやや多いけれども硫酸物が多い。村松さんの方は硫酸物は少ないけれども、それと一緒に鉄も少ないので硫酸物の絶対量そのものは少なくとも、硫化水素の害作用が鉄が少ないせいで強く働いている。一二のこういう性質を調べてみても、硫酸分を巡る他の成分との関係で、症状としては同じように出るものも見受けられるようです。

第3表 水分・温度処理の影響

供試土壌		水浸出				H ₂ O ₂ 処理				滴定酸度 cc/100g	活性酸化性 S mg/100g	易酸化性 S mg/100g
		PH	Cl	SO ₃	CaO	前 PH	後 PH	SO ₃	CaO			
水田状態	前沢氏水田	6.6	23	109	39	5.1	2.3	149	228	94	151	16
	神戸氏水田	6.6	21	124	27	5.5	2.7	224	473	140	224	40
	村松氏水田	6.3	15	67	32	5.1	3.5	166	194	42	67	40
畑地状態	前沢氏水田	5.6	25	226	53	4.3	2.6	278	394	174	279	21
	神戸氏水田	5.9	21	194	42	4.4	2.3	283	382	180	289	38
	村松氏水田	6.1	15	93	46	4.4	3.5	230	216	58	93	55

30℃ 4週間インキュベイト (乾土 100g 当り mg)

こういった水稲に対する対策として、一番いいのは発生した硫化水素を一つの加工物にしてしまい、根を痛めつけない形にしてしまうことです。それに一番いいものとして、鉄分を多く含んだ材料がいいわけであるが、たまたま長野県には褐鉄鉱が出る鉄分の多い土ですが、この近くでは黒姫から妙高の方にかけて遊離鉄含量が40～50%もあるようなのが出ている。昨年春これを取り寄せて、量を変えて水稲を作ってみました。

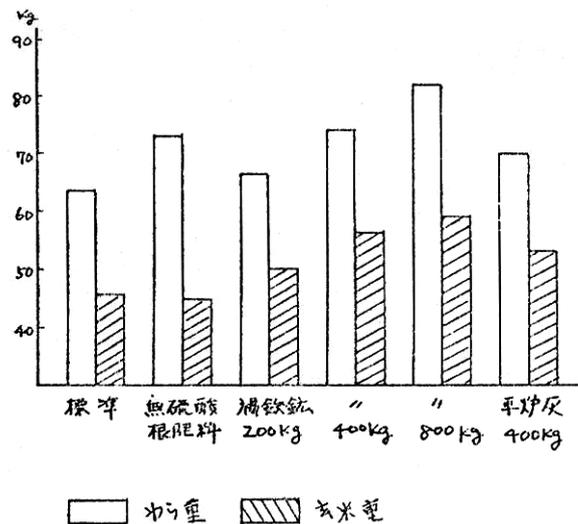
その結果が4の「試験成績」として出ています。この場合の肥料の量は、牧内あたりで使っている量を標準にした。成文で言うと窒素分が7キロ、硫酸分が5キロ、カリが6.5キロ(10アール当)。組合

硫化燐安の 14-10-13 というのがありますが、これを使いました。肥料は標準にしたけれども、褐鉄鋳とか他のものは加えていないわけです。その次の「無硫酸根肥料」というのはどういう意味か。肥料の中には硫酸物を沢山持った肥料がある。例えば、窒素の多い肥料として硫酸アンモニウムというのがあり、大体 20%がアンモニア体の窒素で、あとの 30%が硫酸を持っている。そのようなことから、そういう硫酸分は持っていない窒素・燐・カリを使ったわけです。

この場合、窒素肥料としては尿素、燐酸としては熔燐、カリとしては塩化カリ、そういうような硫酸分を持っていない肥料を使ったわけです。それから後の褐鉄鋳 200 kg、400 kg、800 kg。それから平炉灰を 200 kg、前の肥料にこれだけを加えたわけです。平炉灰というのは、製鉄所が出る残滓で鉄分を多く含んでいる、少し多いけれども粉末状のもので、これもいいんじゃないか、と簡単に手に入るもので、こういった身近な物を使ってやってみたわけです。

1 番目に載っているのは、5 月 30 日に田植えをしたわけです。褐鉄鋳はその前に水田にする前に撒いて、それから起こし代掻きをやり田植えした。生育の状態は草丈と茎数とについて、7 月 26 日の日と収穫の時と計りました。これで見ると、最初の草の伸び具合とか分蘖の程度とかは無硫酸根が比較的好い。褐鉄鋳も 800 kg (10 アール当) 位の割合で加えたところがいいようで、200、400 はちょっと生育が遅れている感じがします。収穫の時期になると 800 kg のところの生育が一番いい。量が少ないとちょっと遅延気味の傾向が出る。無硫酸根のものも症状的には標準に比べれば生育の結果が良かった。

5 頁に「収量調査成績」があります。これは藁と玄米の量を調べた。今まで通りに肥料だけをやると 450 キロ、石で言えば大体 3 石位の収量になるけれども、800 kg 入るとアール当たり 600 キロの収量、1 反歩に直すには 10 倍して戴ければいいわけです。褐鉄鋳を 800 kg 位入ると、指数で 128、実数で 150 kg 位獲れたわけです。



第 1 図 収量成績

この場合の経済効果ですが、褐鉄鋳というのは 1 袋には 30 kg 位入っており、250 ~ 260 円のものだと思います。仮に 900 kg 入れても 7,000 円そこそこです。それで 1 石増収できれば、今 1 石 2 万円前後しているので一作で元が十分取れる。今まで私共でやった成績とか全国の同様な成績とかがあ

れども、持続効果というのは条件の悪い所でも3年位はある。3年から5年位はあるようです。こういったものも、硫酸分の影響による根腐れの対策としては有効だということが分かります。

3の「屑米」とか「糍(しいな)」とか言うのは、やはりうまい果物作りとか米作りとかいうことが最近言われるようになり、獲れるだけではまずい、品質が問題になる。その1例として、屑米その他を見たわけです。やはり鉄分を持った資材を多くやれば、こういうものも少なくなる傾向が見られます。私の方で調べた成績は大体こんなものです。6頁にこういう作用の考え方を一応書いておいたので、簡単に裏付けしてみたいと思います。

先程申し上げたように硫酸分の影響で根腐れになるということだけけれども、水田にした場合に出てくる硫化水素は硫酸根の還元で出来るものであり、活性の鉄が多いと非溶性の硫化鉄を生じ害が少なくなる。こういった硫酸根は土壤有機物の中の硫黄が酸化された場合に沢山出てくる。それから、肥料の中の硫酸分を沢山持った硫酸とか過石とか硫化カリとかいった肥料を使っていくと、やはり後に残っていく。そういうことと、それから今回の場合にはおそらく水から来ていると思いますが、そういった水の中に含まれている場合にも土壤の中に集積していく。

その場合に、土の中には一応「 SO_3 」と言う形であるわけですが、これが微生物によって還元されると硫化水素が出てくる。微生物が活動するには酸素がいる。だから「 SO_4 」の酸素を微生物が食ってしまう。それから土壤中に有機物が多い場合は、その有機物を微生物が分解するために、やはり酸素が必要になる。そんなようなことから、水を張った状態では硫化水素が発生してくるわけです。

硫化水素が発生すること自体は問題ではない。今度は発生した場合にどういう状態に土壤が置かれているかということで、害が出たり出なかったりする。先程も申し上げたように、鉄分が少ないとこの硫化水素がそのまま根に作用する。たまたまそこに活性の二過鉄が沢山あると、これが非溶性の硫化鉄を作る。これは結局、水を張った場合にこういう形になると黒い沈殿が出来る。こういうものが出来る場合には ** (以下不明)。全部こういう形にしてしまえば根腐れが起きない。ところが、これが少ないとこれに化合した以上の硫化水素がまだ残っている。それが害を及ぼすことになります。

そして、こういう形になるともう一つの化合物だから無害になるけれども、その前の「 H_2S 」といった形のものが多いと害作用が出る。これがまた加水分解を受けるとこれとこれとが分かれる。そうするとまたそれが影響する、という傾向があるわけです。

こういった変化が土壤中で起きた場合、稲はどういう特徴を出すか。大雑把に言って大体3つの症状に分かれます。一つは根が障害を受ける。根が障害を受ければ養分の吸収ができないから、栄養のバランスが崩れて枯れ上がってくる。それから場合によると、やはり抵抗力が弱いので、胡麻葉枯病みたいに褐色の斑点が付く。イモチも付くし胡麻葉枯病も症状として出てくる。こういったように、硫化物による稲の症状としては大きく3つ位に分かれる。

その次に「夏勝り秋落ち」、「夏落ち秋落ち」、「夏落ち秋勝り」と3つに分けてありますが、「夏勝り秋落ち」というのは、盛夏の候は地温が高いので硫化水素が発生し、それが根に障害を与える。藁は比較的獲れるけれども籾も収量が少ない、こういう一つの形です。

「夏落ち秋落ち」というのは、生育の最初からもう生育が押さえられ、藁も籾も少なくなる。

「夏落ち秋勝り」は特異型ですが、そういうこともある。初期には根の障害が起こるけれども、幼穂形成期頃から障害が回復し、秋になると持ち直してくる。この場合には分蘖は少ないけれども、稔実が良く籾藁比が揃う。やはり、最初に障害を受けているから絶対収量は低い。先程試験地の成績でご説明した、褐鉄鉾の少ないような形がややそれに似ていると思います。

稲の症状は一応こういう形ですが、こういう症状が出たらやはり根がやられているんじゃないかとい

う想定がつくわけです。

では、硫化水素はどのように影響していくのか、稲に対して大きく5つ位に分けてあります。最初に、根にどういうふうに影響するか。これも後程スライドで見て頂きますが、完全な水稻の根というのは、上から酸素を採り先端から酸素を出し、そこから養分を吸ったりしていくものだと一般に言われています。根の周囲を酸化して伸長していく。

そうすると、土壌中には二価鉄がある。遊離鉄です。それが酸素と結びつくと ** (以下不明)。水を張った場合、鉄はこういう形である。水田の生育期間中に、土壌の中にちょっと手を突っ込んで下の土を見ると青味がかったのが見える。これは酸素不足の状態になった時です。鉄が酸化されると Fe_2O_3 という褐色になる。健全な圃場では根が酸素を出すものだから、土壌の中までこのように褐色をしている。酸化鉄の影響です。そういった場合には根の色は白い。完全に根の周囲がそういったもので護られているからです。

今度はちょっと鉄の量が少ないと根そのものが褐色をしてくる。鉄の色をしてくる。さらに鉄分が少なくなると、言い換えれば硫化水素の量が多くなれば、今度は黒みがかってくる。これも後程スライドで見て頂きますが、根そのものまで表面が黒くなってくる。黒色に染まってくる。まだこの段階では、そんなに極端に枯れ上がるころまではいかないけれども、これがさらに症状が進むと、言い換えれば鉄分が少ないか硫化水素が多いかすると、表面の黒いのまで洗われてしまい、灰色になり中が萎びてくる。こういった症状になると、根は養分を吸うことが全然できない、そして上まで枯れていきます。

藤沢川水系には、大分こういった末期症状まで見られました。根に対しては大体こんな作用を与えます。一方、根が傷むと養分が吸収できない。養分の中にも、作物が必要とするものの中にも、吸われ易いものと吸われ難いものがある。下の右から3つ目に H_2O とある。これは水ですが、水より吸われ難いのが苦土 (MgO)、石灰 (CaO) で、比較的吸われるのがカリ (K_2O)、磷酸 (P_2O_5)、硅酸分 (SiO_2)、アンモニア体の窒素 (NH_4)、マンガン (MnO)。こういう傾向がそれぞれの成分に見られます。

このように、硫化水素は根の呼吸作用を疎外すると共に養分吸収を抑制する。今の説明の図が7頁の左側の「水稻の養分吸収に及ぼす硫化水素の影響」で、東京大学の三井先生がおやりになった成績です。これは水耕液をポットでやった試験です。水耕液を使って稲を育てる。一方の試験区には硫化水素を通した。そして、根を傷めて28時間後に吸収した養分の量を1リットルの水耕液に換算して表したのがこの表です。

カリ、磷酸が真ん中の線から下に出っていますが、これはどういう事を意味するか。水稻がこういった無機成分を吸収するどころか、根の中にあつた養分すらも液の中に出してしまう。吸収するというものでなく逆に戻される。こういう養分を吸収する仕方を侵された稲は、特徴を持っているようです。その右にも同じような「養分含有の比較」を、出水10日前の水稻6株当たりの量で表してあります。健全な稲に比較して障害を受けた稲は、窒素、磷酸、カリの吸収量が少ない。それに反して硫酸物の吸収が多い。こういう一つの特徴があるようです。

吸収された養分が、水稻の体内でどんな形になっているか、それを炭水化物(デンプン)、窒素化合物(タンパク質)に大きく分けて考えてみると、一応稲が大きくなり花を咲かせ実を付ける場合に吸収された成分は可溶性で、しかも分子量の低いものから不溶性で分子量の高いものへと合成されるのが原則です。そういうところから考えると、可溶物が多いということは炭水化物の場合でも窒素化合物の場合でも ** (以下不明)。そういった窒素化合物は、アミノ酸から結局最後にはタンパク質になるわけですが、こういった糖とかタンパクとかの合成が乱されている。

結局、順調な新陳代謝ができないで、体内で吸収された養分がまごついている。そういう症状が観察

されるわけです。もう一つは最初にも申し上げたように、やはり正常な生育をしないために栄養のバランスが取れず抵抗力が弱まる。実験的にイモチ病菌を接種してみたり、胡麻葉枯の発生の状況を見たりした成績を見ても、そういった障害を受けたものはイモチや胡麻葉枯病が出易い、こういった一つの傾向があるようです。

この場合に言われていることですが、一般に生育の過程において、節間伸長の時期から開花期までの間での被害が大きい。障害があまりひどくなければ稲にも補償作用があり、かえって茎数が増えるとか、暫く経ってから新しい芽が多く出て若返り現象が見られるとか、極端な場合にはそれがかえって肥料的な効果になって増収するとかいった例もあります。

硫化水素はこのようにして、水田の場合には硫化物がこういった形でいろいろ症状を与えるわけですが、土壌的に見た場合もやはりある程度こういった欠陥が分かります。先程申し上げたように、前山沖の水田もそうですが、一般に疎粒質・砂質であって粘土分の少ない所はやはり出易い。また、前山沖の例もそうですが、作土から鉄分が溶脱し鉄分が少ない場合、** (以下不明)。また、マンガンは鉄より先に溶脱しますが、鉄とかマンガンとかが少ない場合。それから一方、硫化水素の発生が多い場合、それから養分的に見ても石灰、苦土とかいった肥料分が欠乏している場合にも出易い。

それから土壌の「塩基置換容量」と言いますが、粘土分が少なかつたりした場合には、肥料を与えてもその肥料を持ち堪えるだけの力が弱い。そういう塩基置換容量の小さい所でも、やはり硫黄分結合をも助長し出易い。

土壌を作っている母岩からの影響も大きい。岩石が風化して行って粘土が多く出来るような場合とか、それから鉄分の多いもの、火山岩では黒っぽい玄武岩とか安山岩とかいったものは、こういう症状がわりに出ない。

一方、花崗岩とか石英斑岩とか石英粗面岩とかいった火成岩、それから和泉砂岩のような水成岩、言い換えれば鉄分が少なく風化した時に砂が多く出来るような材料の場合には、やはり症状的にはこういうのが比較的出易い。この付近の地質の関係を地質図などで見ると、皆神山は安山岩ですが花崗岩系統の岩石もあるようで、防災的な面は随分複雑なようです。一応このようなことが言われています。

その次、最後の8頁に土壌の中で硫化水素が発生するとどんなことになるか。一番大きく左右するのは鉄とリン酸の問題です。先程から鉄と硫化水素との関係を申し上げていますが、遊離の硫化水素の発生は鉄が少ないための現象です。一度硫化水素が発生すると、これが反対に鉄に作用し可溶性にするという働きがある。硫化水素の発生が硫化鉄に比べて激しいと、硫化鉄の沈殿が可溶性になると言われる。それは分散されるわけですが、かえってこういう形になると移動し易い。灌漑水と一緒に下の方に浸透して行ってしまふ。先程の例にもあるように心土に行く。この方は溶存酸素というか、案外酸化的なので酸素と結びついて褐色の酸化鉄の集積が出来る。前山沖試験地の場合にも、4%近くのこういった鉄の集積が見られる。

もう一つ、地力の問題でリン酸が大きい要因です。リン酸が可溶化されると言われる。土壌中ではリン酸がリン酸鉄となっている。硫化水素が沢山出ると、リン酸鉄の鉄が食われてしまふ。鉄の可溶化が進むために、リン酸も結局可溶性のものになってしまう。今まで安定的に結合していたものが、片方を取られて片方が不安定になる。ということは、言い換えれば可溶化される。溶けるということです。やはり、水稻が吸い易い形になるということです。

一方、土壌中ではこういう傾向があるわけです。それから最後になりましたが、今までのようなことを総合して、こういった障害の改良対策はどうしたらいいか、大きく分けて9つ位考えられる、

まず鉄分の多いもの(含鉄分)を施す。現在含鉄分として一般に知られているのは、ボーキサイト滓、

パイライト滓、褐鉄鉱、沼鉄土、砒鉄土、この他に私達が試験地で使った平炉灰があります。これが大体理想的な鉄分を持った資材ですが、鉄分としては多いのは30～60位。施容量は砒鉄土は1,800キロなんて数字があるけれども、後程お話しするようにこれだけの鉄分を持っていれば障害によって違うけれど、200キロから1,000キロ位やれば大体1割から13%位は増収する。

全国で今までにやられた成績の集計がありますが、中にはやはり20～30%というのがあるけれども、地帯によると同じ資材を同じ量使っても4%、5%というのがある。そういったものをひっくりめて平均値で見ると10～15%位あるようです。

ここにあるボーサイト滓は、昭和電工などで沢山出る。アルミニウムの残滓で鉄と硅酸分とが多い。色はやはり鉄が多いから赤褐色をし、水分を多く含み泥のようなものです。これを含鉄資材として出す場合には、乾燥し細かく砕いてカマスに入れて売られている。

パラサイト滓は、硫酸を作る原料であるパラサイトから硫黄を取った後のさらさらした粉末です。銅、砒素などを含む場合がある。もう一つ、硫黄分を取るためには焼くけれども、その時の温度が800度位。この位の温度にすると鉄の形態が変わってしまうので、パラサイトによる効果はまちまちのようです。場合によると、水稻に強い害作用を持つ砒素を含むパラサイトもある。褐鉄鉱は褐色のさらさらした一種の土壌です。長野県では諏訪の北山の茅野の方とか、この近くでは柏原から妙高にかけてあるけれども、同じ800キロといっても同じ重量でも水の含み具合では随分違う。極端な例だと、柏原から妙高にかけてあるものは水分がうんと多い。一方、群馬の草津とか北山とかのものは、これに比べて水分が少ない。同じ値段でも水分が多いのは、随分高い買い物をしていることになります。

沼鉄土は、湿地帯の泥炭土、黒泥土の下層にある鉄分の多いもので、こういった土壌は可給態の磷酸なども多い。大体2～3%含まれているのが普通のようなようです。やはり赤褐色のさらさらした粉末です。

砒鉄土は、福井県で出る蛇紋岩の風化した土壌で、暗赤褐色で鉄分が多い。こういったものは静岡、奈良県にも同じものが出るようです。

鉄分の多いものを加えて根腐れを防ぐ積極的な対策としての資材には、こういうものがあります。

次は、どちらかという消極的な対策になると思いますが、2番目が心土の掘り上げ、混和。下の心土の方に作土から溶脱した鉄分が集積している。下が礫質でないような、比較的深く起こせるような** (以下不明)。試験地の場合は、30センチ以下がガラガラになって、ここの所に鉄が集積していたわけですが ** (不明) ** の方は、これが仮に1メートル位あっても起こそうと思えば起こせる。私共は「有効土層」という名前と呼んでいます。これの深い場合には、仮に50センチの所に浸積があっても、大型のプランターによってひっくり返すことが出来ます。そうすると4%も5%も鉄分があるから、これをひっくり返して混和すれば、含鉄資材をやったと同じ効果がある。そういったことも場所によっては考えていいんじゃないか。

3番目が無硫酸根肥料の施行。先程申し上げたように、硫酸、過磷酸石灰、硫化カリといったものは、肥料を作る場合に硫酸をぶち込んであるので、過磷酸石灰の吠(かます)に入ったのなんか暫く置いておくと吠がポロポロになるのも硫酸の影響です。なるべく硫酸分の少ないようなもの、窒素肥料で言ったら石灰窒素とか塩安とか尿素とか、磷酸肥料だと溶性磷肥、カリだと塩化カリ、こういったものをなるべく使うといいわけです。

4番目が固形肥料の施用。最近化成肥料というのがある。これも固形肥料も同じ様なものですが、固形肥料の方は材料が泥炭の場合が多い。泥炭にいろんな成分を吸着させて団子状に丸めた、それを水田の所々に埋めてやると、徐々に有効成分が溶けて効くという性質がある。東北の方では固形肥料の量が多い。硫酸の20倍位の材料をこねて作ってあり、1個が70～80グラムの重量が多い。四株の中央に

踏み込んで置くのが入れ方ようです。最近は尿素団子も出来ていますが、こうしますと硫酸分の同じ硫酸を使ってやっても直接に ** (不明) **、粘土で固めてあるために、硫酸分が直接には根に作用しない。また、そういう形なので遅効性で徐々に効く速効性でない。こういった障害の出るような水田は、どちらかという疎粒質で水持ちも良くないので、肥料が逃げ易い。徐々に肥料分が出て来るので効果があるようです。

5番目の客土は、言い換えれば良質の粘土と鉄分を補給してやることです。極端な場合だと、10～12センチ位の所でも結構3合も4合もお米を取っているけれども、これは無理して取っている。なるべくならば、この有効土層を深くし安定した稲作をした方がいい。有効土層の浅い所で硫化物の障害が出たら、有効土層を倍にすれば濃度が半分に希釈される。もう一つが粘土、鉄の補給ということです。

6番目として、塩基の添加があります。こういう障害田では肥料分が逃げ易いので補ってやる。

7番目に特にカリの追肥を挙げたわけですが、植物が必要とするのは窒素、リン酸、カリと言われているけれども、中でもカリは水稻にとって生育の後期まで生理上必要な肥料です。ところが、窒素と同じ様な形で逃げていく、水に逃げ易い。これを追肥にすれば、やはり効果が出るわけです。

8番目に土用干し、中干しを挙げてありますが、硫化水素が発生するのは土壤が還元状態にある。つまり酸素不足の状態にあるからで、特に温度が上がって来ると根が痛めつけられる。土用干し、中干しということで、暑い時期に水を切って土の中に酸素を入れることによって、硫化水素の発生も止まるし、根の呼吸作用が助けられ活力が出てくる。そんなことで、昨年お話しした塩素による濃度障害とは逆になる。塩素による害の場合は、干してやれば濃度が高まり症状が強くなるわけです。

9番目が晩期の冷水掛け流し。暑い時は微生物活動も盛んになり還元が一層進む。化学反応も温度が高いと盛んになる。冷水の掛け流しというのは、地温を下げてそういう反応を抑える。大体硫化物による障害田の改良対策としては、以上が考えられます。

まとまりのない話で恐縮でしたが、最後にスライドを4枚ほど見て頂き、責任を果たさせて頂きます。

これは、昨年前山沖でやった試験地の圃場の状態です。これが作土、大体18cm位。これが鋤宋、20cm位。これが心土、28cm位まで。その下が礫層になっている。硫化水素の影響によってこの中の鉄分が洗われる、下に流される。こちらは比較的酸化的なので集積していく。ここはちょっと白っぽい色をしている。これは鋤床で、上からこういった鉄その他マンガン、** (不明) ** 紫がかっていて先に出る ** (以下不明) 。こちらの方が割合明るい色の感じですが、こういうように、いろいろの成分が抜けていく。その場合に粘土も抜ける。ここは鋤床と違って固くなっている。ある程度水持ちがないとまずいので、この所だけ固くしておく。粘土というのはイオン状態にならないので、ここに集積していく。この成績を見ても、こっちよりも4～5%は粘土含量が高い。こちらは砂質だから、また粘土含量が少なくなる。

断面を見ただけでも、いろいろなことを教えてくれる。先程も申し上げた心土の堀上というのは、この下がまだ砂質だとか ** (不明) ** 礫がなければいいわけですが、作り土に出来るものがある場合にはひっくり返してやればいいわけです。

この特徴は3頁の上にあります。実際の圃場の腐食含量に比べて色が濃く出るわけは ** (以下不明) 。私たちは「グライ斑」という言葉を使っていますが、極端な場合には青みがかった層になる。これもそういうのが残っているわけです。鉄の化合物が部分的に黒くある、そういう特徴も一つあります。

ここに「斑紋」と書いてありますが、普通だといいい条件の水田だと、ここに鉄の塊とか根に沿って鉄が赤くなっているとかする。管状、つまり中が開いた鉄の管がある、それから糸根状と言って、根の周囲に鉄が集積して根が腐ってパイプ状になったものとか、パイプ状にはならないけれども、やはり鉄の糸

のようなものがある。これは灌漑水の影響によって酸化沈積物が示す模様で、その形態や出現様相などによって糸根性、管状、膜状、斑状、雲状、暈管状などという名称が付けられています。それからこういう土壌にはこもりがある。そういったこもりの周囲に膜状に、塊を取り巻くように鉄が集積している。それから、砂の多い所では「雲状」と言っていますが、ぼやぼやとした感じで鉄が残っている。ところが、こういった硫化水素の発生するような水田がほとんど洗い流されて、こういう黒味がかった灰色の土壌になっている。

これは、試験圃の7月26日の生育状態。根の状態に注意して頂きます。標準区は鉄を入れてないから、直接この頃からぼつぼつ根が痛めつけられている。無硫酸区というのは ** (以下不明) 。先程説明した稲の症状の段階として、白色、褐色、黒色、灰色というのがあったけれども、これはぼつぼつ黒色になってきた程度です。さらに後になると、かなり地温が上がり還元がますます進み、硫化水素の発生がますます多くなると黒いので洗い流されてしまう。

これが無硫酸根区、平炉灰 400 キロ、褐鉄鉱の 200、400、800、こういう順になっています。この段階ではデータを見ると、草丈の僅かな差とか分蘖数の僅かな相違とかがあられるけれども、あんまり目立たない、初期には。これが 10 センチの間隔です。

これは、収穫時の状態。こちらから標準区、硫酸根区、褐鉄鉱 200 キロ、400 キロ、800 キロ、平炉灰。そういった対策を全然しない場合は枯れ上がりが早い、稔実度が悪くなる。量が多くなるに従って、まだ青味が残って ** (不明) ** 、稔実度の状態もいいようです。根に黒いのがまだ一部残っています。これで見ると平炉灰の 200 キロですが、鉄分の多いのは根っこが大きい。こういうのは割合に侵されているから小さくなっている。

これは、その付近で見られた収穫間際の稲です。もう根がない。普通だと、まだ刈り取りにはちょっと早い根の量が一番多い時です。普通だとこの株割れはこの倍位になっていなければならないし、長さも長くなっていないといけない。症状が進むと枯れ上がり黒くなり、しかも一部は根が灰色になり細胞が死んでしまっている。

以上です。

- | | |
|---------------|---------------|
| 1. 無処理 | 4. 褐鉄鋼 400 mg |
| 2. 無硫酸根 | 5. 褐鉄鋼 800 mg |
| 3. 褐鉄鋼 200 mg | 6. 平炉灰 400 mg |



写真 1 含鉄分の効果

【質疑応答】

質問) どうして硫酸が多くなったのか、根拠のあるようなことありますか。

答) それを申し上げたくて、プリントの1頁に「水質」を挙げたわけです。これから見ると、この時点の濃度から見ると作土の部分で、硫酸に換算して250キ口位が硫酸分としてある。それだけのものを集積したとは、ちょっと考えられないような気がするんですけども、どなたかに教えて頂きたいということで、あえてこの数字を出しました。

もう一つ、硫酸分が集積する大きな要因の一つとして肥料の影響も考えられる。ところが、2頁で見て頂くと試験場のもう百年近い圃場(30番)は、松代辺りよりも肥料を多く使っているにもかかわらず、土壌中の硫酸分の濃度は10分の1位しかない。やはり肥料の方からの集積だとは言えないような気がする。

それから、どういう岩石が風化して出来た土壌かということから言うと、上の方は花崗岩系の岩石もあるようですが、皆神山そのものは安山岩質の岩石のようです。

もう一つの考え方として、地質のほうの方のお書きになったのを見ると、皆神山の周辺の辺りまでかつてはもっと平坦で、犀川による堆積物が出来たんじゃないかと。現在はちょっと標高が高くなっていますが、そういう地殻の変動の影響で ** (不明) **、その前は沖積面だった。そういう印刷物を拝見したこともあります。そうすると三紀層の頁岩類似のものも牧内の地滑りした所では三紀世に堆積した頁堆積岩のようですから、そういったものは、堆積の時代はまだ海だった時に堆積したものだと言われており、そうすると石灰、苦土、ナトリウム、塩素、硫酸分等があることも考えられます。

ただ、部分的にそういうふうによく集積していることについては、私の方でも実は納得出来ずにおり、どなたかに教えて頂きたい気持ちがあるわけです。

質問) 土壌中の硫酸根の分析は、去年の塩素の問題の時には取り上げなかった ** (以下不明)。

答) 考えなかったわけです。今までこういった濃度障害は干拓地にある。干拓地の場合だと海水が今までもろに被っていた。その現れ方も酸性害がうんと大きい。畑地にしていった場合、酸化状態になるとpHが下がってくるから気を付けなければいけない、ということがあった。実は42年に土壌と水質の調査をした範囲では、どちらかという反応はアルカリであり、しかも塩素とかソーダーとかに幻惑されたというか ** (不明) **、分析しても出ないので、あんまり考えていなかったわけです。

質問) この地図にあがっているところは、皆神山の溶岩の石は出でいないようですね。ボーリングの結果などを見ると、この地図の上の方から下りてくるやつの方が多い。ただ、その中に皆神山とは違う系統の安山岩が比較的あることはある。皆神山の石は、この地図の中には落ちていない。

答) もう一つの考え方として、僅か30cm位の間ですが上が1%位、下が4%近くある。平均値を取ると2.5となる。土壌中に2.5の遊離酸化鉄があると、割合に少ない方じゃないか。ご承知かと思いますが、安曇とか高瀬川の流域とか天竜の流域とかは、花崗岩の風化したような所だと、もうコンマ以下なんですね。

そのような事から考えると、母材的に見た場合にはある程度は鉄のリッチなものもあるんじゃないかという気もします。もっとも沖積層という事で考えれば、当然3%近くあってもいいんじゃないかという気もします。ただ、鉄と切り離して硫化物を考えた場合、異常集積というものが ** (以下不明) 。お話を聞くと41年9月頃から異常に湧水があった。その間に水質の濃度の変化が硫酸分についてはあったんじゃないか、そういう想像をするより解釈の付けよう

がない気がしたんですが。

質問) 地震研究所の小坂さんの分析にとると、場所は覚えていないけれども、場所によっては硫酸根の比較的多い所があると、かなり前に言っておられました。般若寺の辺りに確か多い所があったような気がします。ただ、それにしてはあちこちに点々とあるような気もする。

答) 農業改良普及所の方から30点程の土壌を集めて頂きました。最初の4~5点は長礼の方でして、明らかに土壌的にも違うようです。その立ち枯れの症状が塩素の方から来ているとも見受けられました。やはり部分的に ** (以下不明)**。我々のような生産を考える立場としては、きめ細やかな調査をしていかなければならないという気がします。やはり部分的に、例えば水系別にといったようにはいかならないような気がします。点で出てくる。

質問) 地震前からこういう事があったんですか。地震後に特に顕著に出てきたんですか。

答) 私は農業試験場に勤めてもう16年位になりますが、今まで試験場の方にはそういう事は聞こえて来なかった。根腐れというのは ** (以下不明)**。(農業)課長さん、そういう点はどうなんでしょうか。

(農林課長) 今まではそういうことはなかった。

質問) 一つには、地震の影響だと考えられるかどうか ** (不明)**、要因の一つは地震の影響じゃないかという気もします。42年には5~6点は出ましたが、それ以前は全然見なかった。

答) 42年の夏に持って来て戴いたのが最初でした。試験をやった水田の水系を考えた場合、やはり水源は牧内から上になりますね。そんな意味であたり沢とか立石沢とかの分析の数字を出してみたけれども ** (以下不明)**。作土中だけでも25キロも集積するという事になれば、どれだけの水が掛かったか計算上では出るんじゃないか。そうすると、莫大なものになるような気がする。はたしてそんなに水が掛かったものかどうか。

質問) これで見ると、せいぜい2~3倍位のもので、こんなに著しい集積が起こるとなると、今度は土そのものが余程特殊でないと、そこにだけぎゅっと集まらないという感じがしますけれども、湧水なんかも一時的には或いは場所によっては非常にSO₄のリッチなやつがあったのかも知れない ** (以下不明)**。

答) やはり考えられるのは、水系から来たものではなくて、部分的に ** (不明)**、あんまり目立たなかったんだけど ** (不明)**、そういったものがあの周辺にあったのかどうか ** (以下不明)**。

質問) 下から上がってくる地下水、異常湧水が通ってくる場所の中に、例えばこの辺の下には第三紀層があるけれども、その中には部分的には ** (以下不明)**。全般に硫化鉄が非常に多い。場所によっては、そういう地下水が上がって来る途中で、そういうものを拾い込んで来たのかも知れない。それはあんまり ** (以下不明)**。

答) そういう面までは、私共の方で力がなくて突っ込めないんですが、現象面の解明ということでやってみたわけです。

質問) 場所によって、随分濃集しているのに非常に差があるから ** (以下不明)**。

答) 差がありますから ** (以下不明)**。2頁の30点の中ですが「良」というのは、おそらく対照のために、あまり被害の出ていないのを送って戴いたんじゃないかと思うんです。ただ、その場合に先程申し上げたように、4点ばかりが大分蓄積されているんですが、この時点においては症状が見えなかったというのもあるわけです。大きな傾向としては、やはりその影響が強いように考えます。

質問) 2頁のパーセントですが、重量パーセントですか。

答) 風乾土です。この場合の水分は10%前後だと思いますから、1割位は高くなると思います。3頁の遊離酸化鉄もそうです。これも風乾土で出してあります。本当は乾土で出せばいいんでしょうけれども時間的に、昨日の午前中まで分析していたものですから間に合わなかった。