

7 塩害稲ワラの畜産飼料としての活用試験

(1) 目的

去る平成11年9月に熊本地方を襲った台風18号により、県内では多くの被害がでた。中でも農作物の被害は深刻で県内の総被害額は数百億円となった。畜産分野における被害は畜舎の損壊やそれに伴う家畜の死亡、飼料作物の倒伏等があげられる。特に飼料作物の被害は、県下全域において飼料作物の作付け面積の2割に当たる2977haが倒伏し、粗飼料の不足が明らかとなりその確保が問題となった。一方、宇城地方から八代地方にかけての不知火海沿岸における水稻は高潮と河川の氾濫による浸水に見まわれ、倒伏した稲については迅速な搬出と処理が求められた。

そこで、畜産における粗飼料の不足を補うために、塩害を受けた稲ワラの飼料化の検討が求められた。本来、稲ワラは粗飼料として利用されているが、今回のように塩・浸水による被害を受けた特殊な稲ワラについては、嗜好性や飼料成分等に関心が高かったことから、嗜好性試験および成分の分析を行った。

(2) 試験設計

① 供試稲ワラ

飼料化の検討を行った稲ワラは松橋町、小川町、竜北町、鏡町の4町において、12地点より採取した。採取したイネの状態は表1のとおりである。

表 1

No	地点	品種	被害	倒伏	土壌のEC ^(注)
A	松橋町 砂川	森のくまさん	大	5.0	—
B	小川町 不知火干拓北側	ひよくもち	大	1.0	5以上
C	小川町 住吉	森のくまさん	中	3.5	—
D	竜北町 西網道	ゆめみのり	大	3.0	—
E	竜北町 西網道	ゆめみのり	大	3.0	—
F	小川町 不知火干拓東側	ひよくもち	大	4.5	5以上
G	竜北町 沖塘	ゆめみのり	中～大	2.0	—
H	竜北町 若洲	ひよくもち	大	3.5	—
J	竜北町 不知火干拓中央	ひよくもち	小	2.0	1～5
K	竜北町 不知火南西側	ひよくもち	小	1.0	5以上
L	鏡町 砂原	ゆめみのり	小	2.0	—
M	鏡町 江向	ゆめみのり	小	3.5	—

倒伏程度 0(無)～5(甚だ)

注) JA八代調べ

② イオンクロマト法によるNaCl濃度の測定

試料を約10g秤量し、蒸留水にて500mLにFill Up後、濾過して濾液をイオンクロマトのサンプル液とし測定を行った。

③ 嗜好性の検討について

稲ワラを40℃で48時間乾燥後、籾は脱穀しさらに約5cmに細切した。

サンプリングした稲を乾燥後、脱穀・細切し10月20日（給与期間：1日間）畜産研究所の肥育牛褐色和牛5頭（体重550～600kg）に稲ワラを給与し、10月21日に残量を測定した。

④ 一般成分、硝酸態窒素およびミネラル成分について

試料を70℃にて48時間乾燥後、粉碎したものを分析サンプルとし、公定法により各成分を分析した。

DCPおよびTDN含量は飼料成分表の消化率に基づき算出した。

⑤ 重金属について

重金属は成分表と比較できる銅と亜鉛について測定を行った。

(3) 結果の概要

① 稲ワラについて

サンプリングした稲ワラのうちA～Hの稲ワラにかなりの泥土（ヘドロ）が付着しており、中には悪臭を感じるものがあった。これらは、その品質から考えて飼料には不適と思われた。実際に牛に給与してみたところ、ほとんど口にできなかった。また実際に給与する側の立場も考慮して、比較的被害の軽い（J～M）稲ワラを給与するべきと思われた。

② NaClの分析結果について

分析の結果を表2に示した。A～M全体では乾物で0.69～6.40%であり、比較的被害の軽いJ～Mについては、乾物で0.85～1.00%（平均0.92%）と日本標準飼料成分表1995年版（稲ワラ乾物当たりNaCl含量で0.825%）と比較しても差は見られなかった。以上の結果より、NaCl含量は被害の大きかったところを含め、粗飼料として給与しても問題ないと考えられた。

③ 嗜好性検討結果について

10月20日に給与した稲ワラの全量は2681.6gであったが、翌21日に残量を測定したところ、78.9gであり、約1日間で約97%を採食した。要求量からすると給与量は少なかったが、嗜好性は良好な結果であった。

④ 一般成分、硝酸態窒素およびミネラル成分について

一般成分、硝酸態窒素およびミネラル成分の分析結果を表3に示した。一般成分において、水分が飼料成分表に比べ高いのはサンプルは予乾していないためである。灰分が乾物当たり多いところでは標準飼料の2倍以上の値を示しているが、これは浸水による泥の付着と考えられる。その他の成分については標準飼料成分表と差はなかった。ミネラル成分については、リンが全体的に高めであった以外ほぼ成分表と同等であった。ミネラルバランスが全体的に高めであったが、通常稲ワラのみを給与することはないと思われるので疾病の誘発等への影響はないと考えられる。硝酸態窒素については、全例とも0.01%以下で問題なかった。

表4にDCPおよびTDN含量を示した。DCP含量は飼料成分表に比べやや高めの値であったが、これはサンプリング時には籾も含め採取したためその分が評価されているためと考えられた。TDN含量はほぼ成分表に近い値であった。これは先に述べたDCP含量が高いことを考慮すると低く評価されているが、サンプルの稲わらは粗灰分が高く、このことがTDN含量に影響したと思われる。以上のことから、DCPおよびTDN含量は、成分表と比較して遜色がない結果を得た。

⑤ 重金属の分析結果について

重金属の亜鉛と銅の含量を表5に示した。銅についてはJが高く亜鉛はLが高い値を示した。これらの高い値は泥土の付着によるものと考えられるが、それらの値は農用地と同等であった。また、成分表の他の飼料と比較してもこれらと近い値のものもあり、異常値とは断定できなかった。

以上をまとめると、稲ワラの飼料価値を考える場合、被害の軽い稲ワラは、成分的にも嗜好性についても問題ないことがわかった。被害の大きい所の稲ワラは、成分的には問題なかったが、家畜の嗜好性が悪いので、敷料への利用の方が良いと考えられた。



図1 被害稲のサンプリング地点

表2 NaClの含量

地点	乾物(%)	現物(%)	水分25%調整後(%)
A	4.44	2.47	3.34
B	5.72	2.98	4.29
C	1.14	0.53	0.85
D	3.13	1.19	2.35
E	1.44	0.56	1.08
F	6.40	4.22	4.80
G	0.69	0.26	0.51
H	1.44	0.58	1.09
J	0.88	0.26	0.65
K	0.93	0.30	0.70
L	0.85	0.25	0.65
M	1.00	0.23	0.75

数値はClイオン含量より換算し算出

表3 一般成分、ミネラル、硝酸態窒素

地点	水分	粗蛋白	粗脂肪	NFE	粗繊維	粗灰分	K	Ca	Mg	P	K/Ca+Mg	NO3-N
A	41.9	5.1	1.1	37.8	29.5	26.5	2.32	0.36	0.22	0.45	1.64	-
		3.0	0.6	22.0	17.1	15.4	1.35	0.21	0.13	0.26	3.97	Tr
B	51.8	9.8	1.0	33.0	27.0	29.2	2.42	0.31	0.23	0.47	1.79	-
		4.7	0.5	15.9	13.0	14.1	1.17	0.15	0.11	0.27	4.50	Tr
C	53.5	4.7	1.4	43.0	31.4	19.5	2.11	0.24	0.13	0.22	2.37	-
		2.2	0.6	20.0	14.6	9.1	0.98	0.11	0.06	0.13	5.76	Tr
D	61.7	7.7	0.8	33.8	27.6	30.2	2.46	0.31	0.21	0.43	1.91	-
		2.9	0.3	13.0	10.6	11.6	0.94	0.12	0.08	0.25	4.70	Tr
E	60.6	6.6	1.0	38.3	29.5	24.6	2.40	0.26	0.17	0.42	2.27	-
		2.6	0.4	15.1	11.6	9.7	0.95	0.10	0.07	0.24	5.59	Tr
F	34.4	4.0	0.8	35.6	24.4	35.2	2.13	0.31	0.24	0.46	1.54	-
		2.6	0.5	23.4	16.0	23.1	1.40	0.20	0.16	0.27	3.89	Tr
G	61.6	5.5	1.2	39.8	32.3	21.2	2.29	0.27	0.12	0.26	2.50	-
		2.1	0.5	15.3	12.4	8.2	0.88	0.10	0.05	0.15	5.87	Tr
H	60.3	5.9	1.2	34.3	27.0	31.6	2.35	0.33	0.17	0.45	1.96	-
		2.4	0.5	13.6	10.7	12.6	0.93	0.13	0.07	0.26	4.65	Tr
J	70.1	8.9	1.9	36.9	29.9	22.4	2.68	0.27	0.11	0.29	3.03	-
		2.7	0.6	11.1	8.9	6.7	0.80	0.08	0.03	0.17	7.27	Tr
K	67.7	12.0	1.8	36.7	27.1	22.4	2.67	0.29	0.11	0.40	2.89	-
		3.9	0.6	11.9	8.8	7.3	0.86	0.09	0.04	0.23	6.62	Tr
L	70.6	8.9	1.9	40.6	28.9	19.8	2.62	0.28	0.14	0.31	2.62	-
		2.6	0.6	12.0	8.5	5.8	0.77	0.08	0.04	0.18	6.42	Tr
M	76.8	9.5	1.9	37.7	30.4	20.5	2.85	0.27	0.09	0.34	3.48	-
		2.2	0.4	8.7	7.1	4.7	0.66	0.06	0.02	0.20	8.25	Tr
日本標準飼料成分表	-	5.4	2.1	42.8	32.3	17.4	1.95	0.3	0.1	0.13	2.14	-
稲ワラ	12.2	4.7	1.8	37.6	28.4	15.3	-	-	-	-	-	-

数値は%

上段：乾物当たり

下段：現物当たり

Tr：痕跡

表4 DCPおよびTDNについて

地点	DCP(%)	TDN(%)
A	1.5	43.0
B	2.9	40.0
C	1.4	47.4
D	2.3	40.0
E	2.0	43.6
F	1.2	37.8
G	1.6	46.2
H	1.8	39.8
J	2.6	44.8
K	3.6	43.7
L	2.6	46.3
M	2.8	45.8
平均	2.2	43.2

日本標準飼料成分表	1.4	42.9
-----------	-----	------

表5 重金属（銅、亜鉛）の分析結果

サンプルNo.	地点	銅 (ppm)
J	不知火干拓中央	19.10
K	不知火干拓南西側	6.94
L	鏡町 砂原	7.53
M	鏡町 江向	6.45
ヘドロ中の分析結果	砂川	37.6
	不知火干拓北側	34.4
	住吉	33.6
	熊本県農用地における濃度	50.6(29~127)

数値は乾物あたり

農産園芸研究所 環境保全部調べ

(最小値~最大値)

8 海水流入によるいぐさ苗床への被害状況調査

(1) 目的

平成11年の台風18号の襲来は、いぐさにとって、ちょうど八月苗の育苗時期に当たった。八代海沿岸では、この台風に伴う高潮により海水が流入した八月苗床が多く見受けられ、被害を受けた苗床には、真水の掛け流しにより速やかに除塩対策を施したところと、除塩対策が遅れたところがあったが、いずれにしてもその後の苗の生育が心配された。

そこで、海水が流入した八月苗床における苗の生育を観察調査し、除塩対策による回復状況を把握するとともに、海水流入が八月苗に及ぼす影響について検討した。

(2) 調査方法

- ①調査場所 八代郡竜北町沖塘の現地八月苗床
- ②調査項目 観察と写真撮影による生育状況

(3) 結果の概要

① 平成11年10月6日における生育状況

掛け流しの除塩対策を速やかに施した苗床では、先枯が目立つものの、新芽の発生は認められた。除塩対策が遅れた苗床では、生育がほとんど停止し、立枯が進行する状況に見受けられた。



写真1 除塩対策を速やかに施した苗床（圃場A）



写真2 除塩対策が遅れた苗床（圃場B）

② 平成11年10月21日における生育状況

速やかに除塩対策を施した苗床では、出芽した苗の生長に伴って先枯の進行が減少し、茎数はやや少ないもののかなり回復がみられた。対策を施さなかった苗床では、立枯状態に近くなった。



写真3 除塩対策を速やかに施した苗床（圃場C）



写真4 除塩対策が遅れた苗床（圃場D）

③ 平成11年11月12日における生育状況

速やかに除塩対策を施した苗床では、1株茎数120本程度でほぼ正常な生育状態に回復した。一方、除塩対策が遅れた苗床では、枯死株が多く、使用不能の苗もみられた。



写真5 除塩対策を速やかに施した苗床（圃場E）



写真6 除塩対策が遅れた苗床（圃場F）

(4) 考 察

被害土壌に速やかな真水の掛け流し等の対策を実施した苗床では、生育が回復し、土壌の除塩効果が認められた。このため、真水の掛け流し等の対策は、今後、類似の災害が生じた場合に適用できるものと考えられる。

(5) 摘 要

平成11年の台風18号に伴う高潮により海水が流入した八月苗床における苗の生育を観察調査し、除塩対策による回復状況を把握するとともに、海水流入が八月苗に及ぼす影響について検討した。

- ① 被害土壌に速やかな真水の掛け流しの対策を実施した苗床では、生育が回復し、土壌の除塩効果が認められた。
- ② 除塩対策が遅れた苗床では、枯死株が多く、使用不能の苗もみられた。

9 泥土（ヘドロ）堆積ブドウ園の状況調査

(1) 目的

平成11年9月24日に来襲した台風18号により、県内の果樹では落葉、枝折れ、倒木等の多大な被害を被った。中でも、海岸地帯の落葉果樹園、特にブドウ園においては、高潮により園内に海水や泥土が流入・堆積し、その後の影響が懸念された。

そこで、海水及び泥土被害の実態及びその後の経過について調査した。

(2) 試験設計

- ① 試験場所：宇土郡不知火町ブドウ園 3ヵ所
- ② 供試園：泥土堆積園、海水侵入園、無被害園
- ③ 試験方法：平成11年10月26日（台風被害約1ヵ月後）、11月18日及び平成12年6月5日に現地圃場において土壌調査を行った。
- ④ 調査項目：土壌層位別のEC、pH、交換性塩基類（CaO、MgO、K₂O、Na₂O）

(3) 結果の概要

- ① ブドウ園に堆積した泥土のEC値は、15.55mS/cmと非常に高く、無被害園の土壌EC値の150倍であった。
- ② 土壌pHは、無被害園に比べ被害園で高い傾向がみられたが、被害程度による一定の傾向はみられなかった。
- ③ EC値は無被害園に比べ、泥土堆積園で4～11倍、海水侵入園で2～6倍の高い濃度であった。
- ④ 泥土堆積園では平成11年10月26日から11月18日にかけてEC値は全体的に高くなり、被害から8ヶ月後の平成12年6月5日では、表層部（0～20cm）は低く、下層部（深さ30～40cm）は11月調査時と差がなかった。これは、降雨等により堆積した泥土から塩分（塩素）が流れ出したためと考えられた。
- ⑤ 海水侵入園では、10月26日は表層ほどEC値は高かったが、その後の調査では深さ20～30cmが高く、降雨等により土壌中に浸透したものと考えられた。
- ⑥ CaO、MgO、K₂OおよびP₂O₅の濃度については、一定の傾向はみられなかった。しかし、Na₂Oは、無被害園と比較して、泥土堆積園で2.3～8.5倍、海水侵入園で1.0～5.8倍の高い濃度であった。
- ⑦ Na₂O濃度の時期別推移はEC値と同様な傾向を示し、堆積した泥土からナトリウムが流れ出し、その後降雨等により下層部へ浸透したためと考えられた。

(4) 摘要

被害園においてはEC値及びナトリウム濃度が非常に高く、ブドウ樹の生育への影響が懸念された。また、泥土堆積園では海水侵入園とEC値およびナトリウム濃度の推移が異なったことから、降雨等により堆積した泥土からの塩分（塩素、ナトリウム）流出が考えられた。

第1表 ヘドロのpH及びEC値

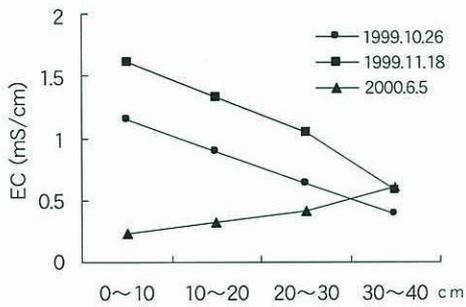
pH	7.80
EC (mS/cm)	15.55

採取日：1999.10.26

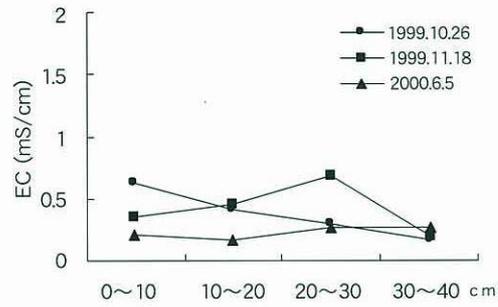
第2表 土壌pHの時期別推移

土壌採取時期	1999 10.26	1999 11.18	2000 6.5
泥土堆積園	8.01	7.92	8.15
海水侵入園	8.04	7.96	7.84
無被害園	7.10	7.91	7.23

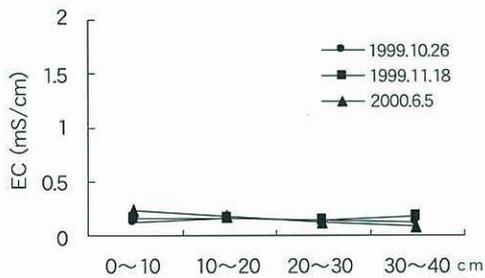
注) 深さ0~40cmの平均値



第1図 ヘドロ堆積園における土壌の深さ別 EC値の推移



第2図 海水侵入園における土壌の深さ別 EC値の推移



第3図 無被害園における土壌の深さ別 EC値推移



写真1 ヘドロ堆積園(1999.11.18)



写真2 海水侵入園(1999.11.18)



写真3 無被害園(1999.11.18)

10 高潮被害果樹園における除塩法の検討 (泥土(ヘドロ)混入土壌による果樹の栽培試験)

(1) 目的

平成11年9月24日に来襲した台風18号により、県内の果樹では落葉、枝折れ、倒木等の多大な被害を被った。中でも、海岸地帯の落葉果樹園、特にブドウ園においては、高潮により園内に海水や泥土が流入・堆積した。被害後の土壌調査により、被害園では多量の塩分が残っているのが確認され、ブドウ樹への影響が懸念された。

そこで、泥土が堆積した被害園における除塩対策法について検討した。

(2) 試験設計

- ① 試験場所：宇土郡不知火町ブドウ園 1ヵ所
- ② 供試樹：高墨3年生 16樹 (1区4樹)
- ③ 試験方法：台風被害約2ヶ月後の平成11年11月18日に現地圃場において下記の区を設け、平成12年6月5日および11月30日に土壌調査を行った。

なお、泥土の除去は平成11年11月上旬に行い、硫酸カルシウム* (以下硫カルと略) 処理は11月18日に100kg/10aを施用した。

試験区

処 理 区
泥土除去区
泥土除去・硫カル処理区
泥土無除去・硫カル処理区
泥土無除去区 (対照)

*：土壌中へ侵出したナトリウム除去を目的に
石灰資材として硫酸カルシウムを施用
(NaとCaを交換吸着)

④ 調査項目

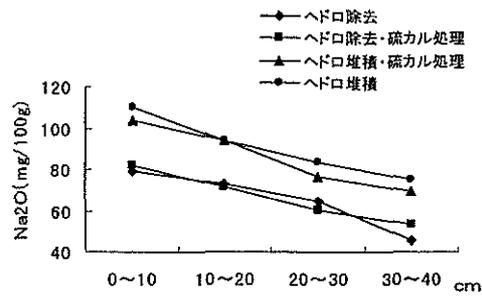
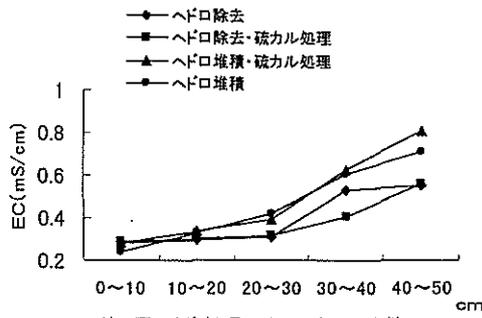
土壌の化学性(pH,EC,交換性塩基類)、新梢長、花穂着生数、果実品質

(3) 結果の概要

- ① 処理6ヶ月後のEC値は、各処理区とも表層に比べ下層が高く、塩素が地下へ浸透したと考えられた。
- ② 処理6ヶ月後のナトリウム濃度はECとは異なり、下層ほど低かった。
- ③ 泥土除去区は、泥土堆積区に比べEC、ナトリウム濃度も低かった。
- ④ ECおよびナトリウム濃度は硫酸カルシウム処理による差は見られなかった。
- ⑤ 新梢長、葉数は泥土除去した方が値が高く、生育が良いと考えられたが、葉色は泥土を除去しない方がやや値が高かった。
- ⑥ 果実品質については、一房重は泥土を除去した方が大きい傾向にあった。着色及び糖度は泥土を除去していない方が良い傾向であった。酸含量は泥土を除去した方が低かった。
- ⑦ ブドウ樹の生育および果実品質に、硫酸カルシウム処理による差は見られなかった。

(4) 摘要

泥土を除去することで土壤中の塩分（塩素、ナトリウム濃度）は、無処理（泥土堆積）より低くなり、除塩効果がみられた。しかし、被害から2ヶ月後の処理であったため、堆積した泥土からの塩分の流出が多く、十分な効果は得られなかった。硫酸カルシウム処理は、土壤中のNa₂O濃度が高すぎたためか、その効果は判然としなかった。このことから、高潮被害により泥土が堆積した場合の除塩対策としては早期の泥土除去が最も効果が高いものと考えられた。



第1表 除塩処理とブドウの生育状況

処 理 区	新梢長 (cm)	葉数 (枚)	新梢当たり 花穂数	葉 色 (SPAD値)
泥土除去区	60.7	9.0	1.22	39.9
泥土除去・硫カル処理区	67.5	9.1	1.90	41.2
泥土堆積・硫カル処理区	46.2	7.3	1.40	43.2
泥土堆積区	44.4	7.0	1.40	42.9

注) 露地栽培、平成12年5月23日調査

第2表 除塩処理とブドウの果実品質

処 理 区	房重 (g)	粒重 (g)	着色 (Brix)	糖度 (g/100ml)	酸含量
泥土除去区	318	10.1	6.1	18.1	0.57
泥土除去・硫カル処理区	294	9.9	6.6	18.7	0.53
泥土堆積・硫カル処理区	269	10.8	6.8	19.2	0.59
泥土堆積区	240	9.2	6.7	18.7	0.65

注) GA処理果実を調査

着色はカラーチャート示度



写真4 泥土の状態(1999.11.18)



写真5 泥土の状態(2000.5.26)



写真6 泥土堆積区(手前)と除去区(1999.11.18)



写真7 泥土堆積区(2000.5.26)



写真8 泥土除去区(2000.5.26)

1 1 摘 要（各調査及び試験の考察・摘要部分の取りまとめ）

平成11年9月23日深夜から24日午前中にかけて本県を通過した台風18号は、牛深市で最大瞬間風速66.2m/秒を記録する猛烈な暴風雨を伴い、八代海沿岸の高潮による被害をもたらした。

海水及び泥土（ヘドロ）が流入した面積は1,426haに及び水稻、トマト、キャベツ等の農作物を収穫皆無にしたばかりでなく、その後の営農に深刻な打撃を与えた。熊本県農研センターではその実態調査と効率的な除塩法についての改善対策試験を実施した。

【農産園芸研究所関係】

① 高潮によりほ場に堆積した泥土は、平均値で塩素イオン濃度が1,528mg/100g乾土、ナトリウム濃度が867mg/100g乾土と高濃度であった。作土も海水の影響を受け、平均値で塩素イオン濃度が171mg/100g乾土、ナトリウム濃度が152mg/100g乾土とやや高くなっていた。

② 泥土を5cmの厚さで作土に混和した土壤への400mm程度の灌水により、塩素イオン濃度は水稻・いぐさへの被害がでない水準（塩素濃度100mg/100g乾土）まで低下した。

海水が10cm冠水したものの、泥土の堆積がほとんどないほ場では、約400mmのかん水で畑作物の被害がでない水準（塩素濃度50mg/100g乾土）まで除塩された。また、降水によっても除塩効果があることが確認された。

③ 泥土への石灰資材の添加によるナトリウム除去効果は認められなかったが、泥土中の過飽和のナトリウムを水洗した後での硫酸カルシウムの添加は除去効果が認められた。

④ 干拓地等の1ha規模の大区画で、暗きよが施工されていても疎水材が50cm以下にしか存在せず、下層の透水性が不良な水田での除塩は、暗きよまで水みちを確保するため、クローラータイプのトラクターで弾丸暗きよ（サブソイラー）の施工とスタブルカルチ利用による耕起による処理が最も効果が高かった。

これらの条件で除塩処理を2回（用水量として717mm）行うことにより、200mg/100g乾土の塩素イオン濃度の土壤を、畑作物の栽培が可能とされるEC値および塩素イオン濃度以下に下げることができた。

⑤ 暗きよが施工されていない、あるいは暗きよが古いなどの事情により、そのままの状態では効果が期待できないほ場でも、弾丸暗きよの施工密度を高くすれば、透水性の良いほ場の場合、100mm程度の用水でも、150mg/100g乾土の塩素イオンの除去に除塩効果が期待できる。

【畜産研究所関係】

⑥ 海水をかぶった稲ワラの飼料価値を考える場合、被害の軽い稲ワラは、成分的にも嗜好性についても問題ないことがわかった。被害の大きい所の稲ワラでも、成分的には問題なかったが、家畜の嗜好性が悪いので、敷料への利用の方が良いと考えられた。

【い業研究所関係】

⑦ 海水被害を受けた土壤に速やかな真水の掛け流し等の対策を実施したいぐさ苗床では、生育が回復し、土壤の除塩効果が認められた。このため、真水の掛け流し等の対策は、今後、類似の災害が生じた場合に応用できるものと考えられる。

一方、除塩対策が遅れた苗床では、枯死株が多く、使用不能の苗もみられた。

【果樹研究所関係】

⑧ 海水をかぶった被害園においてはEC値及びナトリウム濃度が非常に高く、ブドウ樹の生育への影響

が懸念された。また、泥土堆積園では海水侵入園とEC値およびナトリウム濃度の推移が異なったことから、降雨等により堆積した泥土からの塩分（塩素、ナトリウム）流出が考えられた。

泥土を除去することで土壌中の塩分（塩素、ナトリウム濃度）は、無処理（泥土堆積）より低くなり、除塩効果がみられ、除塩対策としては早期の泥土除去が最も効果が高いものと考えられた。