赤変小麦及び黒変大麦について

On the Red Discolored Wheat and Black Discolored Barley

(昭和 35 年 4 月 18 日受理)

小 林 邦 彦 末 次 重 一
(Kunihiko Kobayashi) (Shigekazu Suetsugu)

1. Chicken, young rats, and pregnant rats and their weanlings have been fed on the rations containing a large quantity of the powder of red discolored wheat. There were no effects on the growth, distribution of viscera organs and pregnancy of animals.
2. An alcoholic extract of the red discolored wheat has been prepared and given to young rats in amount equivalent to about 25 grams of the red discolored wheat, per head. In this case, the growth of rats has been depleted and the content of non protein nitrogen in their livers has increased.
3. The alcoholic extract has been separated into ether soluble and insoluble fractions. The former fraction has shown the same maximum absorbance and peroxide values compared to the same preparation from normal wheat, except for the carotenoids which were absent in the preparation from discolored wheat.
4. The content of histamine in the ether insoluble fraction was very little.
5. Black discolored barleys contained higher amount of amide and reducing sugar.

緒 言

高温多湿の地区では大小麦が赤変しあるいは黒変して、その品質を著しく低下し、まれに中毒を起すこともある。一般に穀実が赤変するのは一種のカビに原因することが多く、麦類の赤変については若干の研究報告がある。栃内¹⁾によればソ連では1891年 Woronin が赤かび病麦類で製したパンにより人が中毒した例を記し、その後 Pomashii あるいは Namov 等により被害穀粒の毒性について研究がなされたという。欧州では主として米国より輸入した麦類にこの被害を受けたものがあり問題になった。米国では1928年中西部に大発生をみ、多くの研究がなされた。それらの結果を要約すると次の如くであった。

赤かび麦による中毒は、馬・豚・犬・ネズミに著しくて反雑動物・鶏には害が認められなかった。中毒症状としては食欲減退・吐気・嘔吐・体重の減少等が観察された。また一般に赤かび病被害穀粒の含有率が10%以下のものは家畜の飼料として使ってよいが、飼料の煮沸・糖蜜の添加では何等その有害性を減ずることはできなかった。

このような毒物の本体は未詳であるが Dickson 等²⁾は一種の配糖体あるいは塩基性窒素化合物であろうと

し、Popp³⁾は有毒蛋白質あるいは有害窒素化合物が生成されるのであろうとし、Schroeter 等⁴⁾はコリンかコリンの脂肪酸エステルであろうと報告した。高橋・白浜⁵⁾も非蛋白態窒素が多くなり、コリン及びアミンが検出され、また脂肪酸も変質しリゾレシチン類似物質を認めたと報告した。

わが国では昭和7年北海道の燕麦に大発生をみ、馬の喰わぬ燕麦として問題になった⁶⁾。最近では昭和21年東京都内の配給小麦粉によって食中毒が発生し、その原因として小麦粉から赤かび病の原因菌である *Fussarium* 属の1種を分離しこれが中毒に関与しているという報告¹⁰⁾があった。

筆者等は北九州において採取した赤変小麦と黒変大麦について若干の実験を行ったのでここにその成績を報告しておきたいと思う。

供 試 材 料

A 赤変小麦：昭和32年春北九州各地に発生したものである。外形は普通的小麦と同様であったが、かすかに表面の赤変した粒子が混っており、その赤変粒子は約18%を占めていた。これをそのまま粉碎して用いた。

B 黒変大麦：昭和30年頃北九州で得られたもので黒変しあるいは若干醗酵したものであった。よく乾かして

供試した。

動 物 試 験

A 中ひなによる試験

体重約 400 g の健全な中ひな16羽を 2 区に分けて50日間飼育試験を行なった。

給与した飼料の配合比は表 1 に示した。

表 1 中ひなによる試験：飼料配合比(%)

	赤変麦粉食区	玄米粉食区
玄 米 粉	—	71.5
赤 変 麦 粉	71.5	—
コ ブ ラ 粕 粉	20.0	20.0
魚 粉	5.0	5.0
コ ロ イ カ ル	3.0	3.0
食 塩	0.5	0.5

この外に毎日青菜を飼料100につき20添加して与えた。50日間の体重増加を表 2 に示した。

表 2 中ひなによる試験：成長

8 羽 平 均	赤変麦粉食区	玄米粉食区
初 体 重 g	402	403
50日後体重 g	1190	1132
50日間増重 g	788	729
増 重 比	108	100

このように赤変麦粉食を与えた方が玄米食を与えたものより僅かではあるが却って成長がよいようであった。Mundkur 等²⁾は赤かび麦を成鶏に与えても中毒はなく体重減少もないこと、また Roche 等³⁾は反雛動物及び家禽に激しくおかされた赤かび麦を与えても悪影響のないことを報告している。しかし前記 Mundkur 等は 2 週間令のひなに与えると体重が減少し羽毛が立ってくることを観察している。一方 Mains 等⁴⁾は孵化後 8 週間の若鶏及びひなを 5 週間飼育した結果無病大麦を与えた動物と比べて差のないことを報告している。いずれにしてもわれわれが使用した程度の赤変麦は鶏に対しては毒性がないものと思われた。

表 3 中ひなによる試験：内臓分布(体重に対する%)

(3 羽 平 均)	赤変麦粉食区	玄米粉食区
心 臓	0.64	0.61
肺 臓	0.78	0.81
肝 臓	2.68	2.73
腎 臓	0.93	0.93
脾 臓	0.12	0.17
皋 丸	0.09	0.08

また50日間飼育後各区から代表的なもの3羽をとって

解体して内臓を検しかつその分布を比較した。その結果は表 3 に示すように殆ど差はなく、また各組織の肉眼的観察においても何等異常は認められなかった。

B 幼いネズミによる試験

体重約90 g の幼い白ネズミの雄10頭を 2 区に分け夏季40日間飼育した。給与した飼料の配合比を表 4 に示した。これを水でねって蒸煮して与えた。

表 4 幼ネズミによる試験：飼料配合比(%)

	1 区	2 区
赤 変 麦 粉	78	78
魚 粉	20	10
肝 粉	—	10
マ ツ カ ラ ム 塩	1	1
コ ロ イ カ ル	1	1

青菜与えず

40日間飼育した結果は表 5 に示すように何等異常なく Donaldson¹¹⁾によるネズミの標準成長(飼料はミルク浸しトウモロコシパンである)に比べて何等劣るところはなかった。

表 5 幼ネズミによる試験：成長

雄 5 頭平均	1 区	2 区	標 準 (Donaldson)
初 体 重 g	95	94	94.5
40日後体重 g	213	235	174.0
40日間増重 g	118	141	79.5

なお肝粉を給与したものの方が成長がよかった。しかしこれは、この実験では青菜を与えていないので肝粉中のビタミン類の効果と考えられた。

C 妊娠ネズミ及びその仔ネズミによる試験

冬季、妊娠ネズミ 2 頭を各々分娩箱に移し赤変麦粉 9 魚粉 1 の混合飼料を水でねって蒸煮して十分に与え、かつ青菜も十分に与えて飼育した。その結果分娩哺乳も正常でよく仔ネズミを育てた。分娩仔ネズミは各々 8 頭であった。この仔ネズミを乳離れ後更に前記赤変麦飼料で飼育した。その結果は表 6 のようで何等異常は認められなかった。

表 6 赤変麦給与ネズミから生まれた仔ネズミの成長試験

	♂ 4 頭 平 均	♀ 12 頭 平 均	♂ Donald- son 標準	♀ Donald- son 標準
初 体 重 g	50.3	57.7	50.6	57.5
60日後体重 g	157.3	131.8	172.7	155.3
60日間増重 g	107.0	74.1	122.1	97.8

前記の標準成長と比べるとやや劣るがこれは冬季の試験であったからと考えられた。

Mains 等⁹⁾は赤かび麦はネズミに対して有毒で、赤かび麦の毒に特に敏感であると報告している。しかし彼らの用いた飼料は激しくおかされた病粒58%を含むもの、あるいは軽度の病粒64%を含むものであった。われわれが使用した程度の赤変麦ではネズミに毒性を示さないものと思われた。

D アルコール浸出物をネズミに与えた試験

赤変麦粗粉12kgを12lのアルコールで2回浸出し、浸出液からアルコールを減圧下60°Cで除き褐色油状物500gを得た。その収率は約4%であった。この浸出物を幼いネズミ体重約100gのものに与えて試験を行なった。基本飼料として精白麦粉94、緑葉粉5、コロイカル1、なる配合比(%)のものを使用した。この飼料の蒸煮したものに1日1頭につき浸出物1gを添加し給与した。これは原料赤変麦に換算すると25gにあたり、若いネズミの満腹量の2倍にあたるものを食べさせたことになった。若い雌ネズミ10頭を基本飼料区と浸出物添加区に分け、40日間飼育した。なおその間、終りの15日間をとり、食下量、消化率、飼料能率を測定した。その結果を表7に示した。

表7 赤変麦アルコール浸出物給与試験：成長、飼料能率及び消化率

(♀5頭平均)	対 照 区	アルコール浸出物区
初 体 重 g	97.2	97.4
40日後体重 g	155.8	137.6
40日間増重 g	58.6	40.2
増 重 率 %	60.3	41.3
同 上 比	100	68
15日間食下量* g	217.4	174.4
初 体 重 g	131.0	120.8
15日後体重 g	155.8	137.6
15日間増重 g	24.8	16.8
飼 料 能 率* %	11.4	9.6
同 上 比	100	84
消化率* 蛋白質 %	68.3	68.0
糖 質 %	94.1	95.4
灰 分 %	64.6	71.1
有機物 %	87.0	87.5

* 実験後期の15日間について食下量、飼料能率

$\left(\frac{15日間増重}{15日間食下量} \times 100 \right)$, 消化率を測定した。

表によって明らかなように対照に比べて赤変麦アルコール浸出物を与えたものの方が成長がおくれ、飼料能率も低くなった。しかし、蛋白質、糖分、灰分、有機物の消化率には変化がなかった。

40日間飼育後解体し内臓分布並びに肉眼的観察を行なったが表8に示すように、いずれも異常は認められなかった。

表8 アルコール浸出物給与ネズミの内臓分布
(対体重%)

臓 器	対 照 区	アルコール浸出物区
心 臓	0.388±0.033*	0.396±0.022*
肺 臓	0.701±0.112	0.689±0.052
肝 臓	3.036±0.160	3.231±0.121
脾 臓	0.236±0.019	0.211±0.022
腎 臓	0.632±0.049	0.698±0.023
卵 巣	0.241±0.031	0.242±0.022

* Standard error of the mean

また肝臓・筋肉について一般成分の分析を行なった結果表9のように肝臓中非蛋白態窒素が対照より多かったほかは顕著な差はなかった。

表9 アルコール浸出物給与ネズミの血色素量
及び肝臓・筋肉成分

	対 照 区	アルコール浸出物区
血 色 素 %	13.0±0.2 ^a	12.8±0.2 ^a
肝 臓		
水 分 %	70.3±0.4	70.8±0.7
蛋 白 質 %	20.8±0.6	20.6±0.5
非蛋白態N %	0.59±0.02	0.64±0.01*
脂 肪 %	4.84±0.23	4.44±0.26
筋 肉		
水 分 %	73.9±0.7	74.5±0.3
蛋 白 質 %	21.3±0.2	21.3±0.4
非蛋白態N %	0.73±0.02	0.73±0.02
脂 肪 %	5.16±0.38	4.14±0.29

a) Standard error of the mean

* P<0.05

成 分

A 黒変大麦と醗酵黒変した大麦の一般組成

表10に示すようであった。

表10 黒変大麦、醗酵黒変大麦の一般組成

成 分	黒 変 大 麦		醗 酵 黒 変 大 麦	
	No. 1	No. 2	No. 3	No. 4
蛋 白 質 %	10.84	8.96	6.34	7.53
純 蛋 白 質 %	6.43	6.23	4.55	5.29
アマイド類 %	4.41	2.73	1.79	2.24
粗 澱 粉 %	62.23	64.06	78.84	67.61
還 元 糖 %	8.50	8.98	3.98	3.50

B 赤変小麦のアルコール浸出物

先に述べたアルコール浸出物をエーテル可溶部と不溶

部に分けて研究した。

エーテル可溶部について最大吸収をベックマン分光光度計を用いて測定した。その結果 274~282, 320, 650m μ の 3 個所に最大吸収があった。別に正常小麦を同様に処理して得たエーテル可溶部には 274~282, 320, 420, 444, 472, 665m μ の 6 個所に最大吸収があった。274~282, 320m μ の吸収は油脂の不飽和脂肪酸の吸収であり, 420, 444, 472m μ の各部位はカロチノイドの吸収と推定された。赤変麦の浸出物ではこのカロチノイドが酸化されていたと考えられた。なお650, 665m μ の吸収は不詳である。

エーテル可溶部のエーテルを去り油分をとって過酸化価を測定した結果、赤変麦浸出物で13、正常麦で3であった。この価は正常麦よりは明らかに高いが毒作用をあらわすほどではなかった。

水溶部についてはヒスタミンを測定した。その結果、もとの浸出物1cc中3 γ であった。この量は動物に中毒をおこすほどではなかった。

要 約

1. 赤変小麦、被害粒約18%を含むものを多量に配合した飼料で中ひな、幼いネズミ、妊娠中のネズミとその仔ネズミに与えて飼育試験を行なった結果、いずれも何等異常はなく毒性は認められなかった。
2. 赤変小麦のアルコール浸出物（アルコールを除いたもの）を幼いネズミに与えた場合成長が若干抑制され、

肝臓の非蛋白態窒素が増加した。

3. アルコール浸出物をエーテル可溶部と不溶部に分け、エーテル可溶部の最大吸収、油の過酸化価、また不溶部のヒスタミン量を測定した結果大差は認められなかったが、カロチノイドは赤変小麦浸出物中には殆ど認められなかった。

4. 黒変大麦ではアマイド類及び糖分の増量が認められた。

（付記）この実験に当って佐道鈴子、石川幹男両君の労を煩わした。ここに記して謝意を表する。

文 献

- 1) 栃内; 病虫害誌, **20**, 106 (昭和8年)
- 2) B. B. Mundkur and B. L. Cochran; *Phytopath.* **20**, 132 (1930)
- 3) D. H. Roche, G. Bohstedt, and J. G. Dickson; *Ibid.* **20**, 132 (1930)
- 4) E. B. Mains, C. M. Vestal, and P. B. Curtis; *Proc. Indiana Acad. Sci.* **39**, 101 (1930)
- 5) A. D. Dickson, K. P. Link, B. H. Roche and J. G. Dickson; *Phytopath.* **20**, 132 (1930)
- 6) M. Popp and J. Contzen; *Tierernähr.* **2**, 315 (1930), *C. A.* **28**, 1298 (1931)
- 7) G. Schroeter and L. Strassberger; *Biochem. Z.* **232**, 452 (1931)
- 8) 高橋・白浜; 札幌農林会報 **25**, 375 (1934)
- 9) 栃内; 病虫害誌 **20**, 179 (昭和8年)
- 10) 平山・山本; 衛生研報 66号 85 (1948)
- 11) H. H. Donaldson; *The Rat: Data and Reference Tables for the Albino Rat and Norway Rat.* (1924)

(九州大学農学部栄養化学)

脱脂ドライミルクと製パンへの利用

脱脂ドライミルクは乾燥前に十分加熱処理すると、未処理のものを使用した場合に現われる欠点を除きドウのかたさや膨張度を改善することができる。6%のドライミルクを使用した場合、混捏時間は変化しないがドウの組織が強固になり、過剰混捏の害があらわれにくい。ミルクは緩衝作用が強いのでドウ醗酵の際のpHの低下を妨げる。これは糖分解、蛋白分解酵素の作用を低めることになるが反面イーストフードの効果を増進し、またドウを長時間醗酵させても優れた製パン性を保持させる。脱脂ドライミルクを加えたドウは組織の状態が一定で分

割が均一に行われる。ホイロの湿度は低目がよく焼上時間は十分かける必要がある。食パン用には6%、その他のケーキ類には10~16%の使用が適当である。なお、はじめに最近の脱脂ドライミルク製造の傾向から製法製品組成にもふれている。

Nonfat Dry Milk and its Use in the Bakery

B. W. Fairbanks

Bakers Digest **34**, No. 2, 52 (1960)

(津 村)