

温度特に冷凍と米穀の乾燥との關係

農學博士 近藤萬太郎

岡村保

緒言

温度高ければ米穀はよく乾燥せらるゝは日常見る所なるが、反對に温度低き時、特に冷凍に於ても亦米穀はよく乾燥せらるゝことを聞くなり。例へば北極地に於て有機物質がよく乾燥し、煙草が全く乾燥して容易に粉末になると云ひ（稻垣農業氣象學）、又朝鮮にて粃米を野積となし置くときは、夜間冷凍に會へば、粃米はよく乾燥せられると云ふが如し。物質の乾燥は周囲の空氣の關係湿度に支配せらるゝものなる故に、極地及び寒夜に於ては定めし關係湿度は大にして乾燥に不適當の如く感ぜらるれど、事實は然らざるが如し。よりて茲に温度特に冷凍と米穀の乾燥との關係につきて實驗したり。勿論冷凍と同時に其周囲の空氣を絶へず交換すれば、米穀はよく乾燥すること當然なるが、或る空氣中に米穀を入れ、そのまゝ空氣と共に米穀の温度を低下したる時に、其米穀は如何に乾燥するかを見んとするなり。

一 實驗の方法

一、試料 昭和七年産の旭、及び吉神の玄米及び粃米を使用す。その水分含量は次の如く各三種となせり。

恒	空米	18.0%	13.85%	13.45%	13.15%	吉	空米	17.55%	15.50%	13.80%
	粳米	16.30	14.70	12.75			粳米	16.00	14.59	12.92

二、水分測定法 米を冷凍したる後に、之を冷凍室より取り出す時は、忽ち空中の濕氣が米の表面に附着して、凝結する故に、之を防ぐ爲めに次の如き特別の操作によりて米の水分を測りたり。

試料とせる米粒を、秤量罐中に入れ、秤量罐を更にガラス容器(デシケーター用)に入れ、其ガラス容器を所定の恒温器内に置き、ガラス容器並に秤量罐の蓋を取りて、試料の乾燥吸濕を自由ならしめたり。而して、毎日午前八時に、恒温器の内にて、ガラス容器並に秤量罐の蓋をなしたる後に、恒温器より取り出して、實驗室内に置くこと約一時間の後米温が室温と等しくなりたる時に、ガラス容器より秤量罐を取り出して、重量を測定し、その重量の變化によりて水分量を計算して、水分含量を決定したり。

三、温度 用ひし温度は次の如し。

-20°C -10°C 0°C +10°C +20°C

四 試験の時期 昭和八年三月十五日より五月廿六日迄の間に施行したり。

二、結 果

各温度に於ける米穀の水分含量の變化は第一表—第五表の如し。

第 1 表 一30°C に於ける玄米及び粳米の水分の變化
 關係溫度約37% (昭和八年三月二十四日當手)

時 日	試 料	旭				吉				神			
		玄	米	粳	米	玄	米	粳	米	粳	米		
割藪當手時の水分		18.00	15.95	13.35	16.20	14.70	12.75	17.55	15.50	13.80	16.00	14.50	12.92
1 日後の水分		17.86	15.67	13.83	15.87	14.47	12.66	17.18	15.34	13.68	15.70	14.39	12.83
2	"	17.43	15.53	13.79	15.65	14.35	12.63	16.99	15.16	13.66	15.52	14.33	12.82
3	"	17.21	15.37	13.72	15.41	14.17	12.57	16.67	14.92	13.77	15.29	13.78	12.73
4	"	16.98	15.17	13.65	15.16	14.04	12.51	16.35	14.74	13.47	15.02	14.05	12.66
5	"	16.75	15.03	13.58	14.97	13.91	12.44	16.23	14.64	13.47	*11.97	13.91	12.66
6	"	16.51	14.92	13.58	14.80	13.83	12.40	16.01	14.58	13.43	11.78	13.81	12.66
7	"	16.29	14.86	13.40	14.44	13.59	12.29	15.65	14.32	13.28	11.41	13.50	12.50
8	"	16.11	14.55	13.33	14.21	13.45	12.23	15.44	14.18	13.22	11.21	13.46	12.47
9	"	15.96	14.40	13.27	14.10	13.37	12.16	15.26	14.02	13.22	11.07	13.46	12.44
10	"	15.81	14.31	13.27	13.96	13.24	12.11	15.18	13.90	13.22	10.92	13.39	12.44
11	"	15.75	14.25	13.24	13.88	13.18	12.12	15.08	13.85	13.16	10.83	13.31	12.44
12	"	15.67	14.24	13.20	13.85	13.18	12.16	14.98	13.82	13.18	10.74	13.28	12.44
13	"	15.57	14.21	13.31	13.74	13.12	12.16	14.92	13.90	13.12	10.66	13.24	12.47
14	"	15.47	14.09	13.27	13.67	13.08	12.17	14.84	13.77	13.12	10.61	13.23	12.50

備考 * 急に水分の減少せしむ方向なるか不明

溫度特に冷凍と米穀の乾燥との關係

第 2 表 10°C に於ける玄米及び粳米の水分の變化
 湿度約40% (昭和八年四月八日着手)

時 日	試 料	旭				吉				神			
		玄	米	粳	米	玄	米	粳	米	米	米		
實驗着手時の水分		18.00%	15.95%	13.95%	16.20%	14.70%	12.75%	17.55%	15.50%	13.80%	16.00%	14.50%	12.92%
1日後の水分		17.61	14.58	13.82	15.81	14.46	12.63	17.11	15.21	13.68	15.70	14.39	12.85
2	"	17.16	14.30	13.72	15.43	14.36	12.56	16.57	14.90	13.61	15.24	14.11	12.76
3	"	16.83	14.08	13.65	15.08	14.05	12.53	16.14	14.64	13.47	14.89	13.90	12.84
4	"	16.50	13.79	13.57	14.78	13.89	12.48	15.77	14.42	13.35	14.54	13.76	12.69
5	"	16.24	13.54	13.46	14.47	13.71	12.37	15.54	14.28	13.27	14.34	13.63	12.69
6	"	15.94	13.32	13.34	14.14	13.50	12.40	15.26	14.15	13.24	14.13	13.51	12.55
7	"	15.75	*13.16	13.32	13.89	13.37	12.23	15.07	14.06	13.26	13.94	13.45	12.55
8	"	15.50	12.99	13.25	13.67	13.24	12.19	14.84	13.92	13.19	13.76	13.32	12.54
9	"	15.35	12.81	13.14	13.46	13.03	12.07	14.61	13.76	13.14	13.57	13.21	12.47
10	"	15.16	12.72	13.08	13.31	12.94	12.05	14.44	13.60	13.09	13.36	13.11	12.38
11	"	15.08	12.67	13.10	13.16	12.89	12.05	14.34	13.56	13.08	13.24	13.01	12.36
12	"	14.95	12.63	13.08	13.05	12.80	12.04	14.13	13.37	13.02	13.07	12.90	12.36
13	"	14.81	12.45	13.02	12.89	12.69	11.96	14.07	13.31	12.96	12.94	12.83	12.27
14	"	14.72	12.35	12.98	12.72	12.59	11.92	13.99	13.27	12.93	12.84	12.77	12.26
15	"	14.57	12.27	12.94	12.57	12.50	11.85	13.87	13.18	12.92	12.70	12.70	12.21

16	"	14.83	12.23	12.94	12.72	12.43	11.88	13.79	13.11	12.87	12.63	12.72	12.19
17	"	14.70	12.25	12.08	12.48	12.46	11.91	13.73	13.07	12.87	12.57	12.88	12.20
18	"	14.53	12.20	12.97	12.41	12.33	11.91	13.65	13.02	12.83	12.42	12.49	12.15
19	"	14.37	12.14	12.89	12.29	11.82	11.82	13.48	12.90	12.73	12.28	12.35	12.06
20	"	14.33	12.06	12.88	12.22	12.26	11.89	13.44	12.79	12.68	12.19	12.33	11.99
21	"	14.25	11.98	12.88	12.14	12.21	11.89	13.39	12.79	12.38	12.16	12.33	11.99
22	"	14.20	11.95	12.88	12.11	12.21	11.80	13.39	12.79	12.68	12.11	12.31	11.99

備考 * 水分が急に減ぎし可故なるか不明

第 3 表 O°C に於ける玄米及び粳米の水分の變化

湿度約 89% (昭和八年五月二日着手)

時 日	試 料	旭						吉					
		玄	米	粳	米	玄	米	粳	米	玄	米	粳	米
買入着手時の水分	%	18.00	15.95	13.45	16.20	14.70	12.75	17.55	15.70	13.80	16.00	14.79	12.92
1 日後の水分	%	17.03	13.25	13.73	15.42	14.29	12.78	16.76	14.99	13.63	15.40	14.31	12.81
2	"	16.33	14.77	13.64	14.69	13.90	12.47	15.91	14.57	13.40	14.84	13.97	12.69
3	"	15.93	14.61	13.55	14.31	13.67	12.42	15.42	14.31	13.28	14.38	13.71	12.51
4	"	15.65	14.27	13.42	13.85	13.40	12.31	15.11	14.05	13.29	13.99	13.53	12.51
5	"	15.03	14.09	13.31	13.47	13.29	12.19	14.51	13.77	13.17	13.49	13.24	12.46
6	"	14.92	13.89	12.19	13.21	13.07	12.13	14.36	13.73	13.17	13.32	13.21	12.46

湿度特に急減と米穀の乾燥との關係

7	〃	14.77	13.70	13.13	12.99	12.98	12.04	14.10	13.46	13.07	13.05	13.00	12.31
8	〃	14.67	13.63	13.16	12.87	12.88	12.07	13.91	13.37	13.07	12.84	12.88	12.31
9	〃	14.52	13.50	13.13	12.70	12.69	11.99	13.79	13.29	13.07	12.70	12.82	12.31
10	〃	14.45	13.42	13.08	12.62	12.62	11.96	13.66	13.15	12.90	12.61	12.74	12.28
11	〃	14.34	13.35	13.04	12.48	12.53	11.94	13.55	13.08	12.82	12.39	12.64	12.21
12	〃	14.31	13.28	13.00	12.41	12.51	11.92	13.37	12.96	12.77	12.37	12.55	12.14
13	〃	14.13	13.11	12.86	12.10	12.38	11.81	13.25	12.89	12.61	12.09	12.43	12.10
14	〃	14.01	13.05	12.80	12.08	12.26	11.71	13.16	12.73	12.60	11.98	12.29	11.99
15	〃	13.89	12.94	12.74	11.94	12.11	11.64	13.03	12.61	12.54	11.82	12.18	11.97
16	〃	13.72	12.71	12.61	11.79	11.88	11.54	12.85	12.49	12.51	11.62	12.06	11.94
17	〃	13.63	12.57	12.54	11.55	11.75	11.54	12.75	12.41	12.56	11.48	11.91	11.86
18	〃	13.32	12.40	12.43	11.35	11.62	11.20	12.56	12.18	12.26	11.26	11.71	11.70
19	〃	13.21	12.28	12.31	11.20	11.48	11.23	12.52	12.14	12.23	11.13	11.61	11.66
20	〃	13.05	12.16	12.21	11.08	11.05	11.14	12.42	11.98	12.15	11.07	11.53	11.57
21	〃	12.91	12.16	11.99	10.93	11.14	10.98	12.30	11.92	12.02	10.96	11.40	11.48
22	〃	12.81	12.16	11.94	10.86	11.04	11.04	12.26	11.90	11.99	10.87	11.39	11.46
23	〃	12.87	12.16	11.64	10.85	11.06	11.04	12.26	11.90	11.99	10.94	11.39	11.46
24	〃	12.87	12.16	11.94	10.85	11.04	11.04	12.29	11.92	11.99	10.94	11.39	11.46

第 4 表 10°C に於ける玄米及び粳米の水分の變化
 湿度約51% (昭和八年七月十一日着手)

時 日	試 料	旭				吉				神	
		玄	米	粃	米	玄	米	粃	米	米	
實驗着手時の水分		16.80	15.60	13.80	16.20	16.90	15.00	16.25	14.70	12.70	
1 日後の水分		15.79	15.02	13.76	15.18	15.61	14.46	13.92	15.27	14.22	
2	"	14.94	14.65	13.62	14.65	15.14	14.08	13.80	14.79	13.93	
3	"	14.53	14.52	13.61	14.34	14.69	13.90	13.88	14.29	13.77	
4	"	14.42	14.43	13.61	14.13	14.45	13.90	13.84	14.21	13.52	
5	"	14.29	14.43	13.58	13.98	14.38	13.90	13.88	13.94	13.52	
6	"	14.13	14.41	13.66	13.82	14.23	13.90	13.92	13.81	13.67	
7	"	14.18	14.33	13.66	13.76	14.14	13.84	13.90	13.76	13.66	
8	"	14.16	14.33	13.66	13.71	14.12	13.84	13.92	13.74	13.65	
9	"	14.04	14.33	13.67	13.60	14.10	13.86	13.92	13.69	13.64	
10	"	14.04	14.24	13.60	13.57	14.06	13.80	13.62	13.63	13.62	
11	"	14.04	14.28	13.60	13.57	14.06	13.80	13.87	13.65	13.62	
12	"	13.92	14.15	13.54	13.37	14.02	13.76	13.87	13.62	13.60	
13	"	13.92	14.15	13.54	13.37	13.90	13.76	13.87	13.52	13.55	
14	"	13.92	14.15	13.54	13.37	13.90	13.76	13.87	13.52	13.55	

第 5 表 20°C に於ける玄米及び粃米の水分の變化
 湿度約 38% (加濕したる恒温器を使用す) (昭和八年三月十六日着手)

溫度特に谷凍と米穀の乾燥との關係

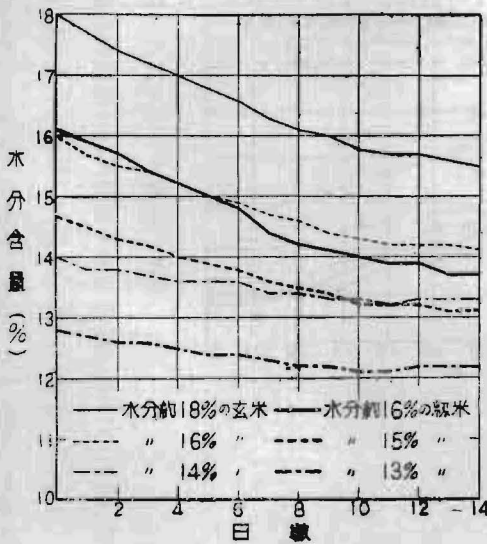
時日	試料	旭						吉					
		玄	米	粳	米	玄	米	粳	米				
實驗着手時の水分	%	18.00	13.45	13.35	16.20	14.70	12.75	17.55	15.50	13.90	16.00	14.59	12.92
1日後の水分	%	13.79	12.51	11.97	12.36	11.86	11.10	13.12	12.45	11.99	12.45	12.24	11.74
2	%	12.47	11.44	11.24	10.86	11.86	10.56	11.88	11.41	11.32	11.21	11.18	11.65
3	%	12.06	11.08	11.09	10.32	10.48	10.30	11.35	10.99	11.14	10.30	11.35	10.57
4	%	12.04	11.03	11.03	10.32	10.18	10.14	11.30	10.93	11.08	10.65	11.35	10.49
5	%	12.02	10.98	11.01	9.82	10.13	10.12	11.35	10.93	11.05	10.01	11.35	10.34
6	%	11.97	10.92	10.96	9.78	10.06	10.09	11.10	10.68	10.88	9.79	10.26	10.32
7	%	12.18	11.12	11.10	9.84	10.12	10.18	11.30	10.86	11.05	9.85	10.31	10.39
8	%	11.94	10.89	10.92	9.68	9.99	10.02	11.10	10.62	10.84	9.66	10.14	10.22

第一—三表(第一—三圖)によれば、米穀を -20°C 、 -10°C 、 0°C の如き低温に置きたる時に、其水分含量の變化を見るに、常に規則正しく水分の減少せるを認む。

又第四、五表(第四、五圖)によるも、米穀を $+10^{\circ}\text{C}$ 、 $+20^{\circ}\text{C}$ の溫度に置くも、右と同じく、常に規則正しく水分の減少せるを認む。殊に攝氏 20° 度にては米はよく乾燥したり。

右の實驗によれば、米を攝氏 20° 度より零下 20° 度迄の間に於て、如何なる溫度に置くも、米は漸次乾燥したり。茲に實驗せざるも、攝氏 20° 度以上の溫度にすれば勿論乾燥すべし。各恒溫器内の關係湿度を見るに、概略 -20°C …… 37% 、 -10°C …… 40% 、 0°C …… 48% 、 $+10^{\circ}\text{C}$ …… 51% 、 $+20^{\circ}\text{C}$ …… 38% となり居るが故に、湿度は何れも比較的

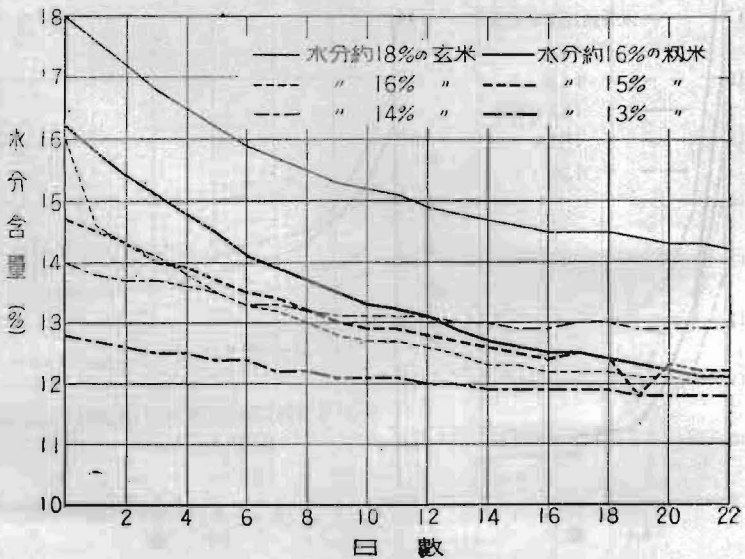
第1圖 -20°Cに於ける玄米及び
粳米の乾燥(旭)



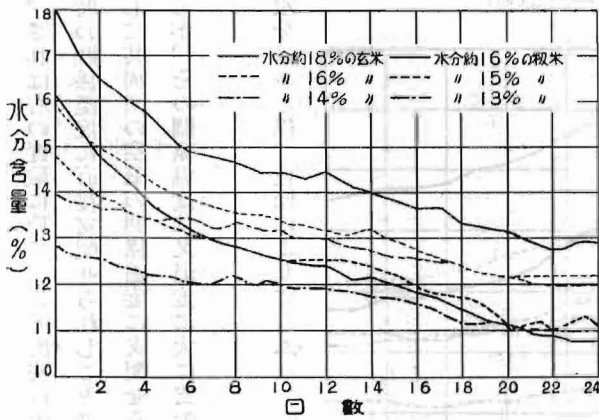
小なり。されば右の實驗に於て、各温度共に米穀が乾燥せしは、其時の關係温度に直接支配せられしこと勿論なり。米穀は主として其周圍の空氣の關係湿度に支配せられて乾燥するものなるが、その關係湿度は又温度に大に支配せらるると云ふべし。

米の水分は多き程、乾燥によりて失ふ水分の多きは當然な

第2圖 -10°Cに於ける玄米及び粳米の乾燥(旭)

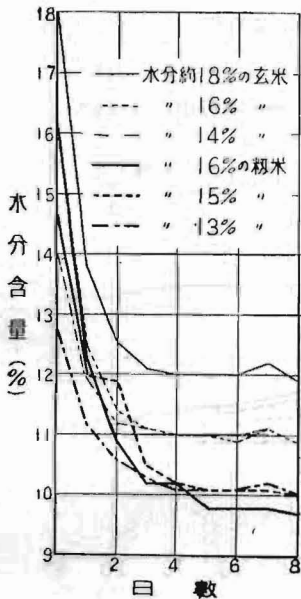


第3圖 0°C に於ける玄米及び粳米の乾燥(旭)

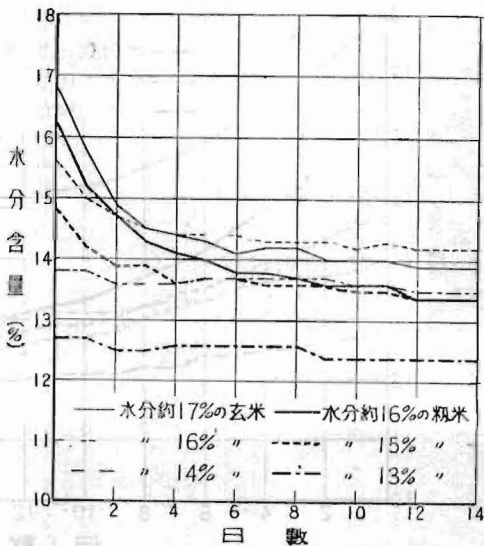


るが、玄米の水分一四%、又粳米の水分一三%の場合を見るに、前記の温度にては攝氏二〇度にてはよく乾燥したるも、攝氏一〇度にては餘りよく乾燥せず、零度、零下一〇度及び零下二〇度にては又少しく乾燥したり。

第5圖 20°C に於ける玄米及び粳米の乾燥(旭)



第4圖 10°C に於ける玄米及び粳米の乾燥(旭)



三 考 察

物質の乾燥は、主として關係的濕度の大小に關するものにして、極めて低溫の場合に、絶對的濕度も亦大に關與すと稱せられ(稻垣、農藝氣象學)たるが故に、右の實驗に於て、零下二〇度の時には、他に比して特に乾燥状態に異なる事なきやを豫想したるに、その別に然らざるを認めたり。物質の周圍の空氣が暖めらるゝ時には、關係濕度が小となる故に物質より水分が放出せらる。これ高溫に於て物質がよく乾燥せらるゝ理由なり。されば其反對に、周圍の空氣が冷却せらるれば、關係濕度は大となる故に、物質より水分の出づることは益々困難となる筈なり。故に零下二〇度にては、周圍の空氣は飽和に達して、爲めに物質は乾燥せられずと豫想せらるべし。然るに事實は之に反して、右の實驗にては、恒溫器内の關係濕度は僅々三七%なりし。其理由につきて考察すれば、極めて低溫に置かれし時は、例へば零下二〇度の如きに於ては、空氣中の水分は氷結し、しかも水の溫度が零下二〇度となれば、空中の水分を極度に氷の面に吸着して氷結せしめ、空中の水分をば、其時の飽和以下に減少するものと解すべし。即ち氷結すれば、周圍の空氣を飽和に止めずして、それ以上に水分を奪ひて、空氣を乾燥するものと云ふべし。かくの如く考察すれば、北極地にて物質がよく乾燥し、朝鮮にて冷凍により粃米の乾燥することを解釋し得べし。前記實驗にて零下一〇度の時にも、關係濕度は四〇%となりて、米穀はよく乾燥し、又零度の場合の結果も同前なりしは、氷結によりて空氣を乾燥せしものと解すべし。

右は恒溫器内の實驗にして、空氣は靜止したれども、屋外に於て、寒風吹く時は、空氣は常に移動する故に、物質より水分を奪ひ去ること更に大となるべし。これ朝鮮にて、野積の粃米が寒冷に逢ひて乾燥する所以なり。

溫度攝氏一〇度に於て、米が多濕の時によく乾燥したるを見たるは、其時の關係濕度が約五一%なりしが故なり。さ

れど若し屋外に米を置きたる時には、濕度が或は大なる爲に、即ち右の如く濕度が減少せざる爲めに、右實驗の如く米はよく乾燥せざる場合もありと云ふべし。

次に攝氏二〇度の場合を考ふるに、右實驗にては氣溫尙低き季節なりし故に、恒溫器を加熱して二〇度に保ちたる故に、器内の濕度は僅に三八%に過ぎず。これ米穀のよく乾燥せし理由なり。若し二〇度以上に熱する時は、益々濕度は減するが故に、米穀はよく乾燥すべし。これ一般に加熱によりて米穀を乾燥する所以なり。

之を要するに、米穀を乾燥するに、之を高溫に置けば、米はよく乾燥せらるゝは勿論なるが、攝氏零下に冷却するも亦周圍の關係濕度を減少して、以て米穀をよく乾燥する効果ありと云ふべし。

摘 要

1、溫度特に冷凍と米穀の乾燥との關係につきて實驗せり。用ひし溫度は -20°C 、 -10°C 、 0°C 、 $+10^{\circ}\text{C}$ 、 $+20^{\circ}\text{C}$ の五種にして、旭及吉神の粳米及び玄米を用ひたり。その米の水分も種々異れり。

2、昭和八年三月十五日より五日廿六日迄の間に施行せり。

3、米穀を 0°C 、 -10°C 、 -20°C の低溫に置きたるに、米は常に乾燥したり。これ冷凍の爲に周圍の空氣の關係濕度が大に減少せしによるなり。

4、米穀を 10°C 、 20°C に置きたるも、米は乾燥したり。是れ偶々周圍の空氣が乾燥せしか、或は加熱によりて、その關係濕度が減せられしによるなり。

5、加熱によりて米穀を乾燥し得ると同時に、冷凍によるも米穀を乾燥し得べし。