ファイトロン管理上の二、三の問題点¹⁾

—事故頻度とその対策について—

山 本 正・三 上 清 一*

北海道農業試験場*

昭和45年5月29日受付

北海道農業試験場のファイトロンは42年3月運転を始めてから、これで満3年を経過した。わが国のファイトロンとしては比較的大型の部類に属している。この種の大型のものが建設されるようになったのは、この数年のことであるのでその数も少ない。したがって、機械装置などの面からみて、どのような状態のもとで運転されているかを知る資料はほとんどみあたらない。専任の管理係のもとで保守管理されているこのような施設において、どの分野で、どの程度の事故が、どのくらいの頻度でおきているかを知することは、保守管理技術の向上の面からみて必要なばかりでなく、ファイトロンの今後の発展にも役立つものと思われるので、ここでは昭和42年から44年の3年間にわたる北農試ファイトロンの事故ならびにその対策について報告する。

施 設 概 要

建物面積 1249.6 m²、ガラス室7室のうち18.0 m²のもの6室、9.9 m²のもの1室で、隔壁のみ複層ガラスを用いている。人工照明室は10.0 m²で3室、照明は1室当り110 W 蛍光灯74本、400 W 水銀灯21個、100 W 白熱灯18個を用いている。ランプハウスの冷却は冷却水コイルによる冷風で行なわれている。冷凍機は7.5 kW 12台、3.75 kW 6台の合計20台である。ガラス室のうち6室は温水加温（温水ボイラ5台）をつかい、その他の1室と人工照明室は電気加温である。空気調和は1室ごとに独立した空気調和機を有する個別式空気調和方式である。温度調節はタイムスイッチによる昼夜切換方式である。温湿度記録計4台、温度・照明切換用タイムスイッチ20台、温度調節器20台、その他必要な計器や操作ボタンなどは中央監視盤室に集められてい

る。電気は北海道電力のものと自家発電（場共用）による非常用との2系統、水は自家ポンプ（場共用）の1系統であるが、給水管系統のみは2系統である（Fig. 1）。年間運転は6,500時間前後である。保守管理は人工気象室係の下で昼2人、夜1人で行なわれている。

Fig. 1 Electric- and water-supply system

— Common electric circuit
 --- Common electric circuit, newly wired
 ——— Electric emergency circuit
 == Water supply system
 === Water supply system, newly piped

事故頻度とその対策

1. 停電・断水

年間の平均停電回数は Table 1 に示すように 35.7 回

Table 1 Failures of electric power and suspensions of water-supply

Trouble	Duration (hr)	Number of troubles				Average per year
		67	68	69	Total	
Failure of electric power	<1	30	26	43	99	33.0
	>1	1	3	4	8	2.7
Suspension of water-supply	<1	6	4	8	18	6.0
	>1	2	3	4	9	3.3

¹⁾ Tadashi YAMAMOTO and Seiichi MIKAMI*: Troubles observed at the Phytotron of the Hokkaido National Agricultural Experiment Station during the Past Three Years.

* Hokkaido National Agricultural Experiment Station, Sapporo, Japan.

Table 2 The effects of electric power and suspension of water-supply on room temperature control

Trouble	Duration (min)	Number of troubles	Light-room temperature (°C)		Glass-room ($G_1 \sim G_6$) temperature (°C)		Glass-room (G_7) temperature (°C)	
			Down	Up	Down	Up	Down	Up
Failure of electric power	<10	5	-1.0	2.0	-1.0	2.0	-4.0	4.0
	11~30	7	0	4.5	-3.0	7.5	0	4.5
	31~60	3	-1.5	3.0	-3.0	10.0	1.0	9.5
	>60	3	0	2.5	-2.0	7.0	0	5.5
Suspension of water-supply	<60	5	1.0	6.0	1.0	4.5	1.5	10.0
	>60	4	-3.5	5.0	-5.5	12.5	3.5	9.0

で、そのうち1時間以内のもの 33 回、1時間以上の長時間停電が 2.7 回であった。停電の主な原因は北海道電力側によるものと場内側によるものと 2 通りに分けられる。北電側のは主として不定期な切換工事によるもので、予告があるのが通例である。場内側のは主として場内の配線工事、トランス切換工事などによるものである。

停電にともなう断水を除いた断水回数は年平均 9 回であって、その主なものは揚水舎関係の事故であったが、ほかに給水管系統の事故もみられた。これら停電・断水のうち、きわめて短時間で温度制御にほとんど影響のみられないものもあるが、長時間にわたる場合は天候などにより、かなりの温度下降・上昇がみられる場合もある。いま 1 例として、昭和 44 年度について温度制御に影響のあったものを示すと Table 2 のようになる。もちろん室温に対する影響は室の種類、大きさ、位置、事故のおきたときの天候・時刻・設定温度など各種要因によって左右されるので一概にはいえないが、人工照明室では

下降・上昇の幅が -3.5°C より $+6.0^{\circ}\text{C}$ 、ガラス室が -5.5°C より $+12.0^{\circ}\text{C}$ であった。また一般的傾向として、ガラス室は人工照明室よりも停電・断水による温度の下降・上昇幅が大きい。停電によって温度制御が乱された例は停電回数 47 回のうち 18 回なのに対して、断水の場合は 12 回のうち 9 回に影響がみられる。またその影響も大きい。これは一般に断水が停電よりも時間的に長いせい大きい。断水が長時間にわたりやすい理由の一つとして受電室には常駐専任管理者がいるのに対して揚水舎はいないなど、管理密度の相違によるところもあるものと思われる。

停電・断水などによる影響を少なくするため、場内工事で計画的に行なうことのできるものは夕刻日射の弱くなった時点で行なうことにしている。また当初、受電室・揚水舎間電気 1 回路、揚水舎・ファイトロン間給水 1 系統のみであって、この間の故障が断水の原因となったことがあったので、44 年から 45 年にかけて Fig. 1 に示すように 2 回路・2 系統の複式にあらためた。

Table 3 Troubles in the refrigerating system

Apparatus	Trouble	Number of troubles				Remarks
		67	68	69	Total	
Refrigerating pipe	Gas-leaks	2	1	2	5	Looseness of joint on the distributor. (4)* Breakage of pipes. (1)
Refrigerator		23	10	16	49	Outlet of discharge valve, liquid valve and gauge contact.
The others		10	2	9	21	From fusible plug.
Crank case heater	Breakage	—	2	3	5	Burnt out.
Solenoid valve		—	—	6	6	Lowering of insulation due to dampness.
Pressure gauge		3	—	1	4	Indicator diagram, inoperative
Water regulating valve	Malfunction	2	5	10	17	Degradation of packing and others.
Pully		4	—	2	6	Looseness of nuts.
Oil pump		1	—	—	1	Breakage of spindle key.
Thermostatic expansion valve		—	1	—	1	Gas-leaks.

* Figures in parenthesis represent the number of troubles.

2. 冷凍機関係

冷凍機関係の事故のうちでは Table 3 に示すように、冷媒ガスの漏れが一番多い。このうちでもとくに頻度の高いものは吐出弁、液出弁、ゲージ取出口接手などよりのガス漏れであるが、量はごく微量であった。回数は少ないが冷媒配管関係のガス漏れ5件のうち4件は蒸発器とデストリビュータとの接手部分より、1件は冷媒配管の破損によるものであるが、いずれも全量流出して運転不能になった。その他の21件は可溶栓よりアルコール式ガス検知器で検出できない程度の微量が長期にわたって漏洩したものである。蒸発器とデストリビュータの接手部分は空気調和機にあるため復旧に手間どったのでナット止を全部溶接に直した。

部品損傷はクランクケースヒータ・電磁弁コイル・圧力計などであるが、このうち冷媒の蒸発器への流入を遮断する電磁弁コイルは結露による絶縁抵抗の低下で、45年度以降は防滴型と交換した。

作動不良のうちでは節水弁関係の17件がもっとも多く、原因は主として、パッキン不良・鉄管サビ、その他異物の迷い込みなどによるものであった。

3. 調節器関係

調節器関係の事故で圧倒的に多いのは温度調節器関係である。しかも直接温度制御に関係しているだけに重要度はさらに大きい。作動不良のうちでもっとも多いのは温度設定用カムと電気接点との“ひっかかり”か、または伝導歯車のかみあわせ不良による“ひっかかり”で2年間に133件を数えている。ついで平衡モータとポテンシオメータとのカップリング接手のスリップによるもの8件、温度設定ドラムの空転3件の順になっている。これらの欠点を直すため、1) 伝導歯車装置を単式より複式にした、2) ドラムの固定ネジをもうけた、3) 偏心式カップリングをスライド式カップリングに直した。これらの改良によって44年度はこの種の事故はなくなった

が、あらたに今までみられなかった接点の接触時の火花放電による溶着が36件も発生した。目下この点の改良を検討中であるが、それとともに設定温度よりも温度が上昇または下降したときに作動する温度警報装置のとり付けも考慮するべきである。温度記録計の事故は長期間の使用による部品の磨耗が主なものであるので、今後は定期的にオーバーホールを行なう予定である。調節器関係の中では温度調節器を除いた他の計器の事故は初め皆無であったものが、44年度になってあらわれて来ていることは、今後の事故発生傾向を示すものとして注目しなければならない。

4. 電気関係

電気系統の事故は Table 5 のようであるが、一番頻度の高いのは器具・部品の22件で、このうち蛍光灯・水銀灯の安定器の損傷が9件で一番多い。この安定器の設置されている機械室は冷凍機と安定器自身よりの放熱によって、ときに40°C以上に高くなるため寿命をいちじるしく短くしているものと思われる。

人工照明室用ランプの損傷は Table 6 のように、44年度になって増加の傾向を示している。これはランプハウス用冷却コイルが凍結損傷したので更新したが、その際のコイル容量低下によってランプハウス内温度が以前より若干上昇みであることが関係しているものと思われる。ランプハウス内の温度の上昇は灯具の損傷ばかりでなく、リミットを作動させるため、更新前の42年、43年にはみられなかった人工照明室の消灯が44年度には24回を数えた。さらにランプハウス内の温度が高いため蛍光管用ソケットの経年脆性を生じて、管取替時に破損するものが多い。水銀灯損傷4個のうち3個は新型水銀灯のため温度上昇にのみ原因があるかどうかは不明である。

電気関係の事故は小はヒューズの溶断から大は電動機の焼損まで広範囲・多岐にわたっているのも、これに対

Table 4 Troubles in the controlling system

Apparatus	Trouble	Number of troubles				Remarks
		67	68	69	Total	
Thermal controller	Malfunction	94	50	—	144	Scratching between cam and electric contact, and other mechanical malfunction. (133)
	Breakage of parts	—	—	36	36	Slips of coupling. (8) Skidding of cam. (3) Breakage of contact due to electric sparks. (36)
Humidifier	Malfunction	—	—	4	4	Lose of elasticity of hair element. (3) Bad contact due to blotting. (1)
Modutrol motor	Malfunction	—	—	1	1	Lowering of the function of condenser.
Temperature and humidity recorder	Wear of parts	—	1	4	5	Balancing motor, synchronous motor, and dotting apparatus.

Table 5 Troubles in the electric system

Apparatus	Trouble	Number of troubles				Remarks
		67	68	69	Total	
Fuse	Melting-out	—	5	2	7	On high voltage switch board. (2) On low voltage switch board. (5)
Cord	Burning	—	1	1	2	Electric short in the cable. (1) Insufficiency of electric capacity. (1)
Parts	Breakage	5	7	10	22	Stabilizer of mercury and fluorescent lamps. (9) Sockets for fluorescent lamps. (6) Coils in relay. (4) Electro-magnetic switches. (1) Current transformer. (1)
Transformer	Malfunction	—	—	1	1	Elevation of hum.
Motor	Burning or Breakage	2	1	1	4	On boiler. (1) On compressor. (1) On spray pump and refrigerator. (2)

Table 6 Troubles with lamps in the light-room

Lamp	Number of troubles				Total number of lamps set
	67	68	69	Total	
Fluorescent lamp	—	3	9	12	222
Incandescent lamp	—	2	9	11	54
Mercury lamp	—	—	4	4	63

する対策として各種部品はもちろんのこと、電動機の手備品をおくことによって対処している。

5. 温・冷水関係、その他

温・冷水関係のうち事故として大きいものはボイラ缶体の亀裂にともなう漏水と、ランプハウス用冷却コイルの凍結破損である。冷却コイルは保温の悪い天井裏にあること、排水用配管の取付不良のため、冬期間コイルに水が残っていたためと思われる。

温水ボイラ関係の事故としては電気関係の項で扱ったバーナ用電動機の焼損のほか、ボイラ缶体の亀裂、バーナの送油用ポンプの損傷、電動機と送風機の接手カップリングの磨耗と件数にして8件みられた。

6. 建物関係

建物関係でもっとも件数の多いものはガラス室のガラス破損である。この原因として考えられることはガラス止めビスの緊迫が温度差などで生ずるガラスとアングルとの間の歪みを吸収しきれないためと思われる。この止め金具の過度な緊迫はガラスを補修する際にのぞかれるので、ガラス破損は年々減少してきている。人工照明室のランプハウスと生育室との仕切りに使用されている強化ガラスの破損は3年間にわずか1枚のみであったが、その原因は不明である。人工照明室の空気吹出し口と吸込み口に使用しているフレキシブルボードの破損は植物台車を回転する際などにおきたものであるが、これは裏側に補強用ステを入れることによって解消している。屋根撒水用集水ピットの漏水は凍上などによるもので、ゴムシートの全面内張りによって解消した。ガラス室の天井ガラスの継目からの漏水はそのつど補修しているが、件数の8回は補修回数を示したものである。移動梯子はガラス室のガラス補修、清拭などに使用しているもので、強風によって脱線転落したもので車止めをつけることで解決した。屋根のスガ漏り（融雪水が屋根の鉄板の隙間

Table 7 Troubles in the hot- and cool-water supplying system

Apparatus	Trouble	Number of troubles				Remarks
		67	68	69	Total	
Boiler	Breakage	1	1	1	3	Crack on the body of the boiler.
Cooling water coil		3	3	—	6	Crack due to freezing.
Pump		3	1	1	5	Exchange of gum on the spray pump. (3) Breakage of cylinder key in oil pump. (2)
Piping	Water-leaks	1	2	—	3	From the pipe-joints.
Burner	Wear	1	—	1	2	Joint between the motor and the blower.

Table 8 Trouble in the building

Apparatus	Trouble	Number of troubles				Remarks
		67	68	69	Total	
Glass	Breakage	20	10	4	34	Glass-room: 33 Light-room: 1
Flexible board		3	2	—	5	Perforated plate of the light-room.
Water-pit and others	Water-leaks	2	4	4	10	Water-pit used for roof spraying system. (2) From the glass ceiling. (8)
Roof		1	1	1	3	Water-leaks in the snow melting season.
Sliding-ladder	Rerailment	1	—	1	2	By storm. Breakage of glass.

から室内に落ちてくること)は毎年春先におきるが、この解決策としてルーフヒーティングなどを検討している。このほか建物関係の事故としては昭和 43 年の十勝沖地震によるガラス室の帰りダクトの亀裂、暗室天井モルタルの剝離などがあった。

論 議

ファイトトロンでみられた3年間の事故を原因別に分類すると、設計・施工上に関係があると思われるもの、機器の性能に関係があると思われるもの、機器の取扱いに関係があると思われるもの、自然災害などに関係があると思われるものなど、その原因は複雑多岐にわたっている。したがって事故も広範囲にわたり、その回数も多い。これらの事故のうち適当な注意を払えば避けられるものもなかにはあるが、その大部分は設置当時の予算規模・施設・機器・管理などの技術水準などからみて避けることのできないものがその大部分を占めているように思われる。したがって、問題は事故そのものではなくて、事故が発生したときに、どのような仕方に対処していくべきかを考えることが重要なことと思われる。これまでの事故経験からして、つぎの諸点が注意されねばならない。

その第1は改修および保守管理費の確保である。かなり耐用年数があると思われる蛍光灯・水銀灯の安定器に損傷がみられるが、これは安定器の周囲温度が所定以上に上昇するためと考えられている。このため通風を良くするよう機械室を改修すれば安定器の故障は減少するものと思われる。また機械装置の定期的なオーバーホールは故障の発生を減少させるであろう。したがって事故を減少させ、正常な運転を確保するためには改修費および保守管理費などが充分確保されねばならない。

第2は機器の故障に対する安全率を高く取ることである。ボイラは小型容量のもの5台にわけて、しかも比較的能力に余裕があるため、缶体の亀裂などがおきたときでもその取替や修理による運転休止はなかった。このような装置の複式化はできるかぎり各部門について、みて

おく必要がある。

第3は外部施設の整備である。ファイトトロンは自身の内部的事故によって運転が脅やかされるばかりでなく、外部的な要因によっても脅やかされる。停電・断水は外部要因に属するものなので、この方面の施設に対する保守管理も充分に行なわれなければならない。

第4は事故の記録と分析がたえず行なわれる必要がある。事故の種類と状況などを記録し、分析することによって予備品として整備しなければならない種類と量を知ることができる。装置のもっている欠陥を知ることができるばかりでなく将来の事故傾向も知ることができる。たとえば、このファイトトロンでは、これから減少していく事故としてガラス室のガラス破損があるのに対して、調節器、冷凍機関係の事故は増加するであろう。

さらに同一系統内の部品はできるかぎり同一メーカ製を採用すべきである。蛍光管とソケットが別々のメーカ製品のため事故原因の追求が中途半端のまま放置されたことなどがあった。また装置を同一規格にして部品に互換性をもたせること、補修用予備品を取揃えることは事故の迅速な対応にもっとも必要なことである。

以上みたように、比較的順調に運転されているファイトトロンでもかなりの件数の事故が広範囲にわたっておきていることがわかる。もちろんここに報告した事故は使用する機器、装置の種類がことなれば変わってくるのは当然であるが、事故発生の背景的条件については将来とも共通するものがあると思われるので、充分な対策を立てておく必要があるであろう。

摘 要

北海道農業試験場のファイトトロンで昭和 42 年から 44 年の3年間に見られた事故を各部門別に分けて、その頻度を調査した。各事故ごとに若干の原因を述べるとともに取られた処置についても述べた。またこれら事故に対する基本的な対応策についても若干の考察をこころみ

Summary

Three years have past since the phytotron was established in '67 at the institute, and it is now running under good conditions. The analysis of the frequency and cause of troubles which was observed in each field of apparatus during the past three years is considered to be useful for the good maintenance of the phytotron.

The average frequency of the failures of electric power and the suspension of water-supply was 35.7 and 9.3 times per year, respectively, and the number of the troubles which actually had effect on the room temperature control was 38 per cent in the former and 75% in the latter. In the refrigerating system, gas-leaks from the joints of the distributor, gauges and so on showed the highest frequency of troubles, followed by the breakage of parts and the malfunction of the water regulating valves and thermostatic expansion valves etc.

As for the controller, the thermal controller showed the highest frequency of troubles. These troubles were comprised of the inoperative kind of troubles between the cam and the electric contacts and slips between the coupling and the drum. Another controller, *i. e.* the humidity controller and

modutrol motor operated almost without any important troubles, but showed an increasing tendency in the occurrence of these compared each proceeding year. Troubles in the electric system were those concerning the fuse, the cable, the parts, the transformer and the motor. A highest frequency of troubles occurred in the breakage of stabilizers of lamps due to the high temperature of their location. The number of lamps which burned out in the light-room was 9 in average per year in a set of 339. The highest frequency of trouble in relation to the building was the breakage of the glass of the glass-rooms, followed by water-leaks from the ceiling of the glass-room, breakage of the flexible board of the light-room and so on.

In order to decrease the occurrence of these types of troubles, the following are considered necessary: (1) a sufficient maintenance budget is needed; (2) a greater capacity reserve and a dual system of apparatus is desirable; (3) the maintenance of a good source of electric power and water supply, independent of the phytotron, is deemed essential; and (4) the recording and analysis of all troubles which occurred in previous years will be most practical.

(Received May 29, 1970)

新 刊 雜 誌

化 学 と 生 物

Vol. 8, No. 10 (1970年10月発行)

編集/日本農芸化学会
月刊, B5判 64頁, 230円

《主 要 目 次》

- 〈解説〉 コハク酸酸化酵素の再構成・山下哲/微生物における物質輸送・福井作蔵/光合成細菌による廃液処理と資源化・小林達治/ニワトリ白血病とそのウイルス・清水武彦
- 〈講座〉 有機合成と立体化学・森謙治/蛋白質の electrofocusing (電気泳動的等電点分画) 法・寺村貞・武藤尚志
- 〈今日の話題〉 光合成の酸素発生におけるマンガンの役割・伊藤迪夫/ファージの起源・緒方靖哉/抗腫瘍性多糖, Lentinan と Pachymaran・羽室淳爾/脳神経細胞の基礎代謝と機能代謝・不破一郎
- 〈研究のスポット〉 枯草菌中性プロテアーゼ・鶴大典
AOCS ステロールシンポジウムに参加して・伊藤智夫
食生活を考える (7) ビタミンに思う・宮崎基嘉

植 物 の 化 学 調 節

Vol. 5, No. 2 (1970年10月発行)

編集/植物化学調節研究会
年2回刊, B5判 90頁, 500円

《主 要 目 次》

- 〈総説〉 シュウカイドウ地上塊茎の休眠・長尾昌之/ファイトアレキシン・富山宏平/酵母菌とオーキシン・柳島直彦/化学構造と植物生理活性の相関に関する数理解析・藤田稔夫/茶樹の化学調節—栽培から製茶まで・竹尾忠一
- 〈研究ノート〉 新しい植物生長調節モルファクチンの作用性・田崎忠良/除草剤の基礎研究へのイネ突然変異体の利用・松中照一
- 〈技術ノート〉 果実の CA 貯蔵・岡本辰夫/クロマトグラフィーによるオーキシンの定量の検討・大脇頼子
- 〈資料〉 農薬残留対策の現状・後藤真康/植物生理活性物質文献集 (その1)・高橋信孝

東京都文京区本郷 東大構内 発売 東京大学出版会 振替 東京 59964 電話 811—8814