

高等植物に於ける細胞膜質の消長關係特に木化現象 に關する生理學的研究。第V報。 : 細胞膜質含有量 及び硬化度と温度との關係

藤田, 光
九州帝國大學農學部植物學教室

<https://doi.org/10.15017/20968>

出版情報 : 九州帝國大學農學部學藝雜誌. 9 (4), pp.512-525, 1941-12. 九州帝國大學農學部
バージョン :
權利關係 :

高等植物に於ける細胞膜質の消長關係特に 木化現象に関する生理學的研究。第 V 報。 細胞膜質含有量及び硬化度と 温度との關係¹⁾

藤 田 光

(昭和十六年十一月一日受理)

I. 緒 言

生活基礎條件としての温度と一般植物の生長との間には密接なる關係ありて、其高低により發育相に差異が現はれる事は吾人の普通知る所である。而してかかる發育の相違を招來することにより體內諸成分の含有量にも亦當然差異が現はれる事は明白であつて、炭水化物 (2, 4, 10, 12, 18, 19, 22, 23, 24)・窒素乃至は蛋白質 (4, 10, 12, 17, 18, 20, 22, 23, 24)・脂肪 (19, 21) 等の含有量と温度との關係に就ては從來多くの人々により研究されて居るが、各種細胞膜質含有量に對する温度の影響に就ては必ずしも充分な業績が残されてゐない。

今植物體の骨格成分たる細胞膜質の含有量と温度との關係に就ての既往の業績を通覽するに、ヘミセルローズは低温より高温に培養した植物程其含量多く (16) 或は逆に低温處理の植物程多いと言はれ (21), セルローズは低温より高温處理の植物の方が其含量多いとされて居り (16), リグニンも亦高温處理の植物程其含量が多いと言ふ事 (25) が知られて居る程度であつて、細胞膜質含有量及び膜質に由來する組織及び細胞膜の硬化度と温度との關係に就ては幾多の研究事項が残されて居る。

そこで著者は植物學上及び應用方面に聊か寄與する目的を以て、ソラマメを材料に選り組織の硬化乃至木化現象に關係する主要細胞膜質の含有量及び組織乃至は細胞膜の硬化度と温度との間の關係に就て研究を遂行した。

本研究は九州帝國大學農學部植物學教室に於て細瀬教授指導の下に行ひたるものにして始終懇篤なる指導を忝うしたる同教授及び定量操作に就て御示教を賜はつた森林化學教室西田教授、並びに本研究遂行に當り硝子室の使用を許可されたる作物學教室盛永教授及び温室の一

1) 九州帝國大學植物學教室業績 No. 91. 本業績は日本學術振興會研究補助金により遂行された業績の一部である。茲に之を記して感謝の意を表す。

室の使用を許可されたる蠶學教室田中教授に對して深厚なる謝意を表す。

II. 研究材料及び方法

材料植物としては専らソラマメ（於多福種）を用ふる事にしたが、其理由は次の如くである。温度と植物の諸種の生理作用との關係に就ての研究を遂行するためには、普通温度条件のみを差異あらしめ他の諸条件は可及的に一樣に調節し得る設備が必要である。此の如き設備の具備は理想的であるが、吾人の研究場面に於ては經費其他の原因により必ずしも容易に求める事が出来ない。そこで本實驗は寒冷期に行ふ事を企圖し、温度處理の低温區は自然の低温を利用する事にした。この自然の低温を低温區の温度として採用するためには、此温度に於て正常な發育を遂げる植物を物色せねばならぬ。此目的に適合する植物は種々あると思はれるが、ソラマメは寒冷期の低温に於ても良く發芽・生長して越冬する生態的特性を持つため、此種實驗の材料としては好適の植物と思惟したためである。

本實驗に用ひた材料の育成は 1933 年及び 1934 年の比較的寒冷期に硝子室内で行つた。兩年度共前年度産の種子を精選し一晝夜水浸して砂質壤土を填充した植木鉢に播種發芽せしめ、發芽揃となりし時期を見計らつて温度處理を開始する事にした。温度處理室は高温室及び低温室に區別し、前者には温室内の一室に蒸氣を通じて昇温して利用し、後者には硝子室或は蒸氣を通ぜざる温室内の一室を利用する事により二種の異なる温度の室を裝備した。次でこの温度を異にする兩空中に前記の鉢を入れ、一定日數植物を培養した。培養期間中は毎日氣温・最高及び最低温度・湿度等を測定し、諸種條件の變異を考察する資料とした。尙植物の健康状態を注視し時々適量の灌水をなし、正常なる發育を遂げしめる事に努めた（培養期間中に於ける温湿度の測定値及び植物の發育状態の詳細に就ては實驗成績の部参照）。

一定日數温度處理を施した植物は鋭利なるカミソリを以て地上部を採取し、直ちに實驗室に持ち來り附着せる上砂・汚物等をブラシ・ガーゼ等を以て除去し、生量・乾量の測定・製粉・乾燥物質の容積測定（15）等を型の如く行ひ各種細胞膜質の定量用に供した。細胞膜質の定量は三群の材料につき本研究の第 I 報に記述した方法（7）に準據して行ひ、分析の結果表示は瀨瀨氏の組織粉末法（13, 14）及び對乾量法により表示し、この表示成績により細胞膜質含有量と温度との關係を考察する事にした。但し各種硬化率の算出上等兩表示法の外對生量法をも併用した事無論である。又組織及び細胞膜の硬化度と温度との關係を知るためには、著者により提案されたる三種の硬化率値（8）を算出し、之等の數値を基礎として論議する事にした。

III. 實 驗 成 績

1. ソラマメ材料 I に於ける成績

口徑 22 糎高さ 20 糎の植木鉢に植物學教室附屬植物園内畠の耕土を填充し、更に各鉢に油粕 2 瓦を加へ土壤と良く混合して發芽床とした。鉢は合計 12 個を準備し、6 個を高溫處理用他の 6 個を低溫處理用に供することにした。播種は 1933 年 11 月 27 日に行ひ一鉢當りの粒數は 10 粒とした。播種せし鉢は硝子室内の日光の良く當る場所に靜置した。12 月 12 日に發芽し 13 日には發芽揃となつた。今下種より發芽迄即ち發芽期間中に於ける平均溫濕度を參考のため記述すれば次の通りである（毎日 10 時に測定した平均値）。

| 氣 溫 (°C) | | | 濕 度 (%) |
|----------|------|-----|------------|
| 平均 | 最高 | 最低 | |
| 12.0 | 15.9 | 6.1 | 74 |

發芽揃となつた植物は間引して 7 個體となし、次で溫度處理操作に移すことにした。即ち 12 月 13 日に 6 鉢を高溫室他の 6 鉢を低溫室の台上の日光の良く當る場所におき、12 月 27 日迄培養した。兩室の溫度差は明かに認められ、常に 10° 内外の差が示されたが、濕度は高溫室の方が常に少しく高い値を示した。今溫度處理期間中に於ける兩室の平均溫度を示せば次の如くである（毎日 10 時に測定した値の平均値）。

| | 氣 溫 (°C) | | | 濕 度 (%) |
|-------|----------|------|------|------------|
| | 平均 | 最高 | 最低 | |
| 低 溫 室 | 9.9 | 16.7 | 5.6 | 60 |
| 高 溫 室 | 20.5 | 27.4 | 16.2 | 67 |

12 月 27 日地上部を採取し、前記研究方法の部に既述した如くして分析材料を調製して細胞膜質の定量及び硬化率の算出を行つた。

今各種細胞膜質の含有量に就て見るに兩表示法による表示成績は互によく一致し、ペクチン質含量は高溫室材料は低溫室材料に比し何れも 3% 少かつたが、ヘミセルローズ・セルローズ・リグニン及び全細胞膜質は何れも高溫室材料の方が其含量多かつた。尙此處に注目すべき事はヘミセルローズ及びリグニンの含量であつて、第一表に明かなる如く此二成分の含量は溫度差による相違が特に著しいことである。即ち對粉末容積法及び對乾量法による低溫室對高溫室の含有量の割合はヘミセルローズでは夫々 100 : 151 及び 100 : 153、リグニンでは夫々 100 : 185 及び 100 : 187 と現はれて居り、ヘミセルローズ及びリグニンの生成に對して本實驗の高溫は著しく促進的に作用する事を思はしめる（第一表）。

第一表：ソラマメ材料 I に於ける細胞膜質含有量と温度との關係

| | | ペクチン質 | | ヘミセルローズ | | セルローズ | | リグニン | | 全細胞膜質 | |
|---------------------------------|-----|-------|-----|---------|-----|--------|-----|-------|-----|--------|-----|
| | | 實數 | 比數 | 實數 | 比數 | 實數 | 比數 | 實數 | 比數 | 實數 | 比數 |
| 對粉末容積法 (mg/cm ³) | 低温室 | 30.75 | 100 | 14.69 | 100 | 57.31 | 100 | 19.30 | 100 | 122.05 | 100 |
| | 高温室 | 29.64 | 97 | 22.25 | 151 | 70.60 | 123 | 35.65 | 185 | 158.14 | 130 |
| 對乾量法 (%) | 低温室 | 4.683 | 100 | 2.243 | 100 | 8.729 | 100 | 2.940 | 100 | 18.595 | 100 |
| | 高温室 | 4.562 | 97 | 3.424 | 153 | 10.865 | 124 | 5.486 | 187 | 24.337 | 131 |

- 備考：1) 兩室植物共正常な發育をなしたが、高温室植物の方が發育度は進歩した。材料採取時に草丈を測定し其平均値を算出した所によると、低温室植物は 7.91 ± 0.12 穂、高温室植物は 15.76 ± 0.28 穂であつた。
- 2) 兩室植物の一個體當り地上部乾量は低温室植物の値を 100 とせし比數に於て低温室對高温室の比は 100:158 であつた。
- 3) 兩室植物の水分含有量は低温室植物の値を 100 とせし比數に於て低温室對高温室の比は、對粉末法では 100:129、對乾量法では 100:130、對生量法では 100:103 であつた。

次は各種硬化率に就てであるが、其測定値を見るに生體硬化率・乾燥體硬化率及び細胞膜硬化率は何れも發育の進歩した高温室材料に於て其値が大とでて居り、本實驗の高温室は明かに植物組織乃至細胞膜の硬化を促進せしめる事が認められた(第二表)。

第二表：ソラマメ材料 I に於ける硬化率と温度との關係

| | 生體硬化率 對重量表示 (%) | | 乾燥體硬化率 | | | | 細胞膜硬化率 對重量表示 (%) | |
|-----|-----------------------|-----|--------------|-----|----------------------------------|-----|------------------------|-----|
| | 實數 | 比數 | 對重量表示 (%) | | 對乾物容積表示 (mg/cm ³) | | 實數 | 比數 |
| 低温室 | 1.439 | 100 | 11.669 | 100 | 76.11 | 100 | 62.769 | 100 |
| 高温室 | 1.596 | 111 | 16.351 | 140 | 106.25 | 139 | 67.187 | 107 |

2. ソラマメ材料 II に於ける成績

ソラマメ材料 I の場合と同様な方法により發芽床として 20 鉢を準備し、一晝夜水浸せる種子を各鉢に 7 粒宛播種した。播種は 1934 年 3 月 7 日に行ひ、播種せし鉢は屋外の日光の良く當る場所に發芽する迄放置した。3 月 23 日に發芽し 3 月 27 日に發芽揃となつたが、此點よりするとソラマメ材料 I の種子に比して發芽が多少不齊一であつた。又發芽期間中の平均温度は次の如くであつた(毎日 10 時に測定した値の平均値)。

| 氣 温 (°C) | | | 濕 度 (%) |
|----------|------|-----|------------|
| 平均 | 最高 | 最低 | |
| 9.0 | 12.9 | 3.3 | 58 |

發芽揃となつた植物は前同様温度處理操作を開始する事にした。本實驗では温度處理室として温室の相隣接する二室を選んだ。即ち一室は蒸氣を通じて高温室となし、他の一室は蒸氣を通ぜず其儘とし之を低温室とした。3月27日に10鉢を高温室に、別の10鉢を低温室に移し、良く日光の當る台上におき4月13日迄培養した。高低兩室の温度差及び湿度差は前記ソラマメ材料Iの温度處理の場合に比し常に多少少かつた。今温度處理期間中に於ける兩室の平均温度湿度を示すと次の如くである(毎日10時に測定した値の平均値)。

| | 氣 温 (°C) | | | 濕 度 (%) |
|-------|----------|------|------|---------|
| | 平均 | 最高 | 最低 | |
| 低 温 室 | 16.0 | 22.3 | 9.1 | 61 |
| 高 温 室 | 21.7 | 29.6 | 14.9 | 58 |

4月13日に地上部を採取し細胞膜質の定量及び硬化率の計算を行つた。先づ各種細胞膜質含有量に關する成績に就てであるが、兩表示法による表示成績は此場合も常によく一致した。即ちペクチン質は明かに高温室材料に於て其含量少かつたが、ヘミセルローズ・セルローズ・リグニン及び全細胞膜質は何れも高温室材料の方が其含量多かつた事前記ソラマメ材料Iに於ける成績と同様であつた(第一表及び第三表を比較参照)。尙此場合に於けるヘミセルローズ及びリグニンの含量は、對粉末容積法及び對乾量法による低温室材料對高温室材料の含有量の割合がヘミセルローズでは夫々100:111及び100:109、リグニンでは夫々100:110及び100:109とでて居り、何れもセルローズに比して變化が大きく而も互にその變化度が類似してゐるのは前記ソラマメ材料Iの場合と同じく注目に値する。なほ此材料にて注目すべき成績は全細胞膜質に就てであつて、高温室材料は低温室材料より僅かに其含量が大か殆んど差がなく表はれてゐる事である。之は兩室の温度差が割合に小であつたためか、高温室材料に於てペクチン質の減退が割合に大であり他の物質の増大が反對に割合に小であつた事に由來してゐる(第三表)。

次は温度差による各種硬化率の相違であるが、三種の硬化率値は何れも高温室材料の方が低温室材料に比し其値大なる事が示され、ソラマメ材料Iの成績と全然同一傾向の結果が得られた(第四表)。

IV. 考 察

在來の研究成績中先づ細胞膜質含有量と温度との關係に就ての成績と本研究の成績とを比較して見るに、既記の如くある膜質の成績は既往の成績に一致してゐるがある膜質の結果は必

第三表：ソラマメ材料 II に於ける細胞膜質含有量と温度との関係

| | | ペクチン質 | | ヘミセルロース | | セルロース | | リグニン | | 全細胞膜質 | |
|---------------------------------|-----|-------|-----|---------|-----|--------|-----|-------|-----|--------|-----|
| | | 實數 | 比數 | 實數 | 比數 | 實數 | 比數 | 實數 | 比數 | 實數 | 比數 |
| 對粉末容積法 (mg/cm ³) | 低温室 | 33.89 | 100 | 18.90 | 100 | 74.06 | 100 | 43.50 | 100 | 170.35 | 100 |
| | 高温室 | 26.27 | 78 | 20.91 | 111 | 79.70 | 108 | 47.86 | 110 | 174.74 | 103 |
| 對乾量法 (%) | 低温室 | 4.693 | 100 | 2.617 | 100 | 10.261 | 100 | 6.027 | 100 | 23.598 | 100 |
| | 高温室 | 3.593 | 77 | 2.860 | 109 | 10.902 | 106 | 6.547 | 109 | 23.902 | 101 |

- 備考：1) 兩室植物共正常な發育をなしたが、高温室植物の方が發育度は進歩した。材料採取時に草丈を測定し其平均値を算出したる所によると、低温室植物は 19.26 ± 0.37 種、高温室植物は 22.40 ± 0.36 種であつた。
- 2) 兩室植物の一個體當り地上部乾量は低温室植物の値を 100 とせし比數に於て低温室對高温室の比は 100:119 であつた。
- 3) 兩室植物の水分含有量は低温室植物の値を 100 とせし比數に於て低温室對高温室の比は、對粉末法では 100:103、對乾量法では 100:102、對生量法では 100:100 であつた。

第四表：ソラマメ材料 II に於ける硬化率と温度との関係

| | 生體硬化率 對重量表示 (%) | | 乾燥體硬化率 | | | | 細胞膜硬化率 對重量表示 (%) | |
|-----|-----------------------|-----|--------------|-----|----------------------------------|-----|------------------------|-----|
| | 實數 | 比數 | 對重量表示 (%) | | 對乾物容積表示 (mg/cm ³) | | 實數 | 比數 |
| 低温室 | 1.503 | 100 | 16.288 | 100 | 117.56 | 100 | 69.011 | 100 |
| 高温室 | 1.583 | 105 | 17.449 | 107 | 127.56 | 109 | 73.000 | 106 |

ずしも一致してゐない。この事實は既に細胞膜質以外の各種成分に就て行はれた從來の知見に於ても同様であつて、其原因は各著者の採用した温度範圍が異なる事、植物の種類が異なる事、供試材料の發育度(年齢)が異なる事等によるものと思はれるが、又ある著者が炭水化物の含有量と温度との關係につき實驗した成績によると(12)、炭水化物の種類によりては器官の別により或は同一植物でも品種により温度に對する反應度が異なることを指摘してゐる點より見るも、かかる一致或は不一致は當然あり得るもの様である。

所で本研究は二種の異なる温度條件の下に行ひたるものであるが理想的恒温の下に於て實驗せしに非ざるため、各種細胞膜質生成に對する温度の影響を確實ならしめるには不足な點がある事無論であるが、少くとも從來不完全の域にあつた各種細胞膜質生成と温度との間の相互關係を窺知する一補遺としての意義は十分にある様に思はれるので、以下之を基礎として少しく論議を試みて見たい。

ところで各種細胞膜質の消長に就て論議する前に本研究成績に就て特に附言すべき事は對

粉末容積及び對乾量兩表示法によつた表示成績は常に甚だよく類似し、その何れに準據するも現象説明に就ての結論を同じくする事である。之は本研究の場合に於ける比較材料の乾燥物質の比重に大差なき事に由來した當然の結果である。

細胞膜質含有量に關する成績中先づペクチン質の含有量に就て見るに、此物は發育緩慢な低温室材料に多く發育の進捗した高温室材料に少き事が認められたが、此は植物が正常發育を遂げ得る範圍の溫度下におかれる場合には、ペクチン質の生成が高溫によつて抑制されるためと見るよりもペクチン質が他物質に轉化する速度が低溫より高溫に於て促進される事或は又細胞膜を構成する不溶性ペクチン質を可溶性ペクチンにする酵素の作用が低溫より高溫に於て促進される事の何れかに起因するもの様である。即ち本實驗の範圍内に於ける高溫は生長を促進し、第二次的にはペクチン質の含量を低下させるものと思はれる。

ヘミセルローズの含有量はペクチン質とは反對に發育の進んだ高温室材料の方が多きことが示されたが、この成績は LINK 氏 (16) がタウモロコシを材料として行つた成績に一致してゐる。即ち同氏が 24°C (生長の適溫) 及び 12°C の恒温室にタウモロコシを一定期間培養してヘミセルローズ及びセルローズの含有量を比較・測定した。其結果によると兩成分の含有量は明かに高温室材料に多きことが認められ、而して氏は 24°C で 4 日間培養した植物と 12°C で 20 日間培養した植物とは解剖學的にも發育度が等しき段階にあつたと附言して居る。この LINK 氏の成績と著者の得たる成績とを比較・對照して見る時は、生長の適溫下に於て正常發育をとげる場合にはヘミセルローズの含有量は増加するものの如く、従つて本實驗に用ひし處理溫度中の高溫 (20.5°C~21.7°C) はソラマメの生長に對して適溫附近にあつた事が推察できる。所が本實驗のヘミセルローズの成績は TOTTINGHAM 氏 (21) が 15°C (低溫) 及び 20.6°C (高溫) でレッドクロバーを、又 16.0~19.0°C (低溫) 及び 20.5~25.0°C (高溫) でソバを培養して得たる成績とは一致して居ない。此事は植物の種類により溫度に對する感受度が異なる事に由來すると思はれるが、確かな事は更に研究を要する。

セルローズ及びリグニンの含有量は何れもヘミセルローズ同様低温室材料より高温室材料に其含量多きこと殊に第一實驗材料ではそれが甚だ顯著である事が認められたが、此中セルローズの成績は前記 LINK 氏 (16) の成績に一致し又リグニンの成績は ZINN 氏 (25) が低溫はリグニンの生成を抑制すると言ふ所論に一致する所である。尙又之等二成分の溫度の差異による含有量の相違は高温室材料の方が低温室材料に比し同一期間中に發育が進捗した事及び正常發育をとげた材料では發育度の進んだ部分程セルローズ及びリグニンの含量は多いと

言ふ知見 (8) などよりするも首肯できる結果と思はれる。

四種細胞膜質の合計値たる全細胞膜質は第二實驗材料では第一實驗材料程明瞭でなかつたが、矢張明かに低温室材料より高温室材料に多かつた。この成績は WALSTER 氏 (24) が大麥を GÄUMANN 氏 (11) が小麥を材料として行つた此種の研究成績とは必ずしも一致して居ない。所で兩氏等の言ふ全細胞膜質なるものは著者の言ふ全細胞膜質なるものとは性質を異にしてゐるのであり、氏等の成績と著者の成績とを比較・對照して見ると興味多きものがあるから、以下稍詳細に論議して見たい。

先づ WALSTER 氏 (24) の研究であるが氏は 15°C (低温) と 20°C (高温) の恒温室に一定期間大麥を培養して兩室材料に於ける全細胞膜質の含有量を比較測定した。氏の此處に云ふ全細胞膜質と名づくるものは個々の細胞膜質を分離定量して合計したのでなく、單に供試材料をエーテル・アルコール・熱水等で浸出して残渣を求め、この残渣中の蛋白質及び澱粉を定量し其差を以て全細胞膜質と見做したのであるため、著者の全細胞膜質の取扱ひ方 (8) とは少からぬ相違はある譯であるが、此種の數値を算出する事に考慮を拂つたのは注目に値するものがある。所で氏の成績によるとこの全細胞膜質含有量は高温區植物より低温區植物に明かに多きことが認められる。併し兩區植物の生長状態を比較・調査せし所によると、低温區植物は健全に生長し發育も促進されたが、高温區植物は一種の膨壓不足状態を示し正常な發育を示さず常に低温區植物の生長に追越される状態にあつたと述べてゐる。されば氏の成績は發育の良好なる材料に於て全細胞膜質も大であるとの結論となり此意味からすると著者の成績と一致する譯である。この WALSTER 氏の成績は二三の著者等 (5, 6, 22) が小麥の如きは 20°C 以下に於て最良の生長をなしこれ以上の温度は生長に不適であるとの言説よりするも首肯される事で、氏の言ふ高温區植物は正常を越えて既に異常發育の途上にありし事は想像に難くない所である。

GÄUMANN 氏 (11) も亦小麥の耐病性を論議する基礎的研究として 3°C を基點とし 3°C の間隔を以て 33°C 迄の種々の温度で小麥を發芽させ、一定の長さに伸長せし時材料を採取して (種子を除去す) 温度と細胞膜質含有量との關係につき實驗した。即ちこの種々の温度で發芽せしめ 5 糶の大きさに達した材料につき、ヘミセルローズ・セルローズ・リグニンを定量し此三者を合計して全細胞膜質とした。その成績によると各種細胞膜質の生成は勿論全細胞膜質の生成模様も温度の異なるにより異なることが認められたが、總括的に見ると低い發芽温度で緩慢な生長をした植物は比較的少量の全細胞膜質を含み、細胞膜は少量のセルローズと少量の

ヘミセルローズより構成され、リグニン及びクチンの蓄積も亦多いと言ふ。所が最適發芽温度で急速な生長をした植物は全細胞膜質の含量少く、細胞膜は少量のセルローズと多量のヘミセルローズから組成され、リグニン及びクチンの蓄積も少いと言ふ。一方高い發芽温度で緩慢な生長をした植物は全細胞膜質の含量多く、細胞膜は機械的強固性を増大しクチン及びリグニンの蓄積も再び増大すると言ふ如き結果が得られた。以上 GÄUMANN 氏の各種細胞膜質特に全細胞膜質の成績と著者のそれとを比較して見るに、ある温度範囲の成績は類似して居るが亦ある温度範囲の成績は必ずしも一致して居ない。今その理由を考察して見るに GÄUMANN 氏の研究は其研究方法特に材料採取方法が著者及び其他の研究者と異つて居る事、生長温度でなく發芽温度を主體として各種膜質及び全細胞膜質の生成を論じて居る事、植物の發育程度が著者の材料より幼若であつた事等のため、著者の成績と GÄUMANN 氏の成績とを同列に置いて比較するにはそこに無理がある。従つて成績に一致或は不一致の個所があるのは當然の事と思はれる。

尙本實驗の成績によるとヘミセルローズ及びリグニンの含有量は何れも低温室材料より高温室材料に多く且つ温度の差異による含有量の割合の相違も割合によく相類似して居る事が認められたが(第一表及び第三表参照)、此事は本實驗の低温及び高温に對する反應度が之等二成分共等しかつたためと考へられ、又ヘミセルローズとリグニンの両者は並行的に増減すると言ふ在來の知見(1, 3)よりするも興味ある成績と思はれる。

以上各種細胞膜質含有量と温度との關係につき考察してきたのであるが、本成績を總括的に見るとペクチン質は發育の進捗した高温室材料に少く、ヘミセルローズ・セルローズ・リグニン及び全細胞膜質は反對に多いと言ふ結果になつて居る。又之等の成績は先に著者が述べた如く、ペクチン質は正常な植物では若き組織或は器官よりも發育の進んだ組織或は器官に少いが、ヘミセルローズ・セルローズ・リグニン及び全細胞膜質は反對に多いと言ふ成績(8)及び植物の正常發育經過中に於てペクチン質は漸次其含量を減ずるが、ヘミセルローズ・セルローズ・リグニン及び細胞膜質は逆に其含量を増加すると言ふ成績(9)に一致する所である。

此の如く各種細胞膜質の含有量は温度の差異により相違ある事が示されたが、一體温度條件其物はこの相違に對して直接的に作用するのかそれとも間接的にかと言ふ問題が起つてくる。所で植物は温度の差異に對する反應として生長速度に差異を來し、結局植物體の發育度に相違が表はれてくることには異論のない事と思はれる。換言すれば生長温度の差異によつて異つた體內構造を持つた植物ができ、之等の植物は當然細胞膜質含有量にも差異あること明かであ

る。して見ると温度は少くとも一面に於て細胞膜質含有量に對しては間接的に作用するところが大であると考へられる。GÄUMANN 氏 (11) も亦小麥を種々の温度で發芽させ幼植物の細胞膜質含有量と濃度との關係の研究に於て、植物體内に蓄積せし膜質含量の相違を來す決定的要素は生長の速度であるとなし、結局細胞膜質の含量は發芽温度の直接的函數でなく生長速度の函數であると結論して居る。

續いて兩温度に培養した植物の硬化度に就て見るに、三種の硬化率値は何れも高温室材料の方が其値高きことが認められたが、此事は既記の温度の差異による各種細胞膜質含有量の相違の成績よりして當然の事であり、又之等の成績は先に著者の記述した如く、發育の進んだ材料程或は發育經過の進むに従ひ三種の硬化率値は増加するものであると言ふ成績 (8) と一致する所である。尙材料 I の方が材料 II よりも温度の差異による生體硬化率値及び二種の表示法により表示した乾燥體硬化率値の開きが大きかつた事は (第二表及び第四表を比較参照)、處理温度の差異が材料 I の方が大であつた事に起因するものと思はれる。又細胞膜硬化率値は兩材料共温度の差異による開きは何れも小であつたのは (第二・第四表参照)、表示法の性質の然らしめるところであり、更に兩材料に於ける生體硬化率値の温度の差異による相違が割合に少く且つ細胞膜硬化率の相違と略ぼ同一であつた事は、兩材料間に於る水分含有量に著明な差異がなかつた事 (第一表及び第三表の脚註参照) によること明かである。

最後は本研究成績の應用的價値に就てであるが、以上の如く温度を異にして育てられた材料に於ける骨骼成分たるセルローズ及びリグニンの含量乃至組織及び細胞膜の硬化率値の相違は發育度の相違によつて支配されるところが多い事實は、諸種の食用・飼料用植物を温度調節の下に栽培する場面に對して基礎的知見を提供するものと思はれる。

V. 摘 要

1) 本論文はソラマメを供試材料に用ひ二種の異なる温度の室に一定期間培養した植物體の地上部を材料とし、植物體の細胞膜質含有量及び硬化度と温度との間に如何なる關係あるやにつき行つた研究成績を記述したものである。

2) 細胞膜質としてはベクチン質・ヘミセルローズ・セルローズ・リグニン等を本研究の第 I 報に記述した方法に準據して定量し、之等四物質の含量を以て全細胞膜質とした。而して細胞膜質の含有量は組織粉末法及び對乾量法により表示した數値により考察する事にしたが、結果は互によく一致し、表示法に由來する誤差を言々する必要がある場面には遭遇しなかつ

た。又組織及び細胞膜の硬化度は著者提案の三種の硬化率値を算出して比較・考察する事にした。

3) 各種細胞膜質含有量と温度との關係に就ての成績によると、ペクチン質は低温室材料に多かつたが、ヘミセルローズ・セルローズ・リグニン及び全細胞膜質は逆に高温室材料に多きことが認められた。併し之は結局兩材料の發育度の相違に由來するものと認められる。

4) 又ヘミセルローズ及びリグニンの二成分は温度の差異による含有量の割合が可なり類似して居ることが認められた。

5) 各種硬化率と温度との關係に就ての成績によると、生體硬化率・乾燥體硬化率及び細胞膜硬化率は何れも低温室材料より高温室材料即ち發育の進んだ材料の方が其値高きことが認められた。

6) 兩種の實驗材料を通じて生體硬化率値の温度の差異による相違が乾燥體硬化率値に比して割合に少かつた。之は兩種材料共水分含有量に大差なかつたことに起因すること明かである。

引 用 文 獻

- 1) BENNETT, E. (1940): Observations on the development of certain cell-wall constituents of forage plants. *Plant Physiol.* **15**: 327—334.
- 2) BUSHNELL, J. (1925): The relation of temperature to growth and respiration in the potato plants. *Minnesota Agr. Exp. Sta. Tech. Bul.* **34**.
- 3) BUSTON, H. W. (1935): Observations on the nature, distribution and development of the certain cell-wall constituents of plants. *Biochem. Jour.* **29**: 196—218.
- 4) CAROLUS, R. L. (1930) Effects of seasonal temperatures on chemical composition of kale (*Brassica oleracea* var. *Acephala*). *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.* **27**: 502—508.
- 5) DICKSON, J. G., ECKERSON, S. H., and LINK, K. P. (1923): The nature of resistance to seedling blight of cereals. *Proc. Nat. Acad. Sci.* **9**: 434—439.
- 6) DICKSON, J. G. (1925): The relation of plant physiology and chemistry to the study of disease resistance in plants. *Jour. Amer. Soc. Agron.* **17**: 676—695.
- 7) 藤田 光 (1935): 高等植物に於ける細胞膜質の消長關係に木化現象に關する生理學的研究. 第 I 報. 採用した植物體內主要細胞膜質の定量法の記述並びに量的比較表示法の吟味. 九大・農・學藝雜誌. **6**: 387—403.
- 8) — (1940): 同上. 第 III 報. 植物體內に於ける各種細胞膜質及び硬化度の分布. 同誌. **9**: 219—234.
- 9) — (1941): 同上. 第 IV 報. 植物體の發育經過に伴ふ各種細胞膜質含有量及び硬化度の變化. 同誌. **9**: 472 - 492.

- 10) GARDNER, F. E. (1929): Composition and growth initiation of dormant Bartlett pear shoots as influenced by temperature. *Plant Physiol.* **4**: 405—434.
- 11) GAUMANN, E. (1932): Der Einfluss der Keimungstemperatur auf die chemische Zusammensetzung Der Getreidekeimlinge I. *Ztschr. f. Bot.* **25**: 385—461.
- 12) HURD-KARRER, A. M., and DICKSON, A. D. (1934): Carbohydrate and nitrogen relations in wheat plants with reference to type of growth under different environmental conditions. *Plant Physiol.* **9**: 533—565.
- 13) KÔKETSU, R. (1924): Über den Gehalt an Trockensubstanz and Asche in einem bestimmten Volumen Gewebepulver als Indizium für den Gehalt des Pflanzenkörpers an denselben Konstituenten. *Jour. Dept. Agric. Kyushu Imp. Univ.* **1**: 151—162.
- 14) — (1925): Über die Brauchbar- und Zweckmässigkeit der „Pulvermethode“ für den Bestimmung des Wassergehaltes in Pflanzenkörper. *Bot. Mag.* **39**: 169—175.
- 15) 瀨織理一郎 (1930): 一種の自働粉末容積測定器の紹介. *九大農・學藝雜誌.* **4**: 134—140.
- 16) LINK, K. P. (1929): The chemical composition of corn (*Zea Mays*) seedlings. I. The isolation of xylan and cellulose from cell walls. *Jour. Amer. Chem. Soc.* **51**: 2506—2516.
- 17) MANGELS, E. E. (1925): Effects of climate and other factors on the protein content of North Dakota wheat. *Cereal Chem.* **2**: 288—297.
- 18) NIGHTINGALE, G. T. (1933): Effects of temperature on metabolism in tomato. *Bot. Gaz.* **95**: 35—58.
- 19) NIKLEWSKI, B. (1905): Untersuchungen über die Umwandlung einiger stickstofffreier Reservestoffe während der Winterperiode der Baume. *Beih. Bot. Centralbl.* **19**: Abt. I. 68—117.
- 20) SCHINDLER, L. (1893): Der Weizen in seinen Beziehungen zum Klima und das Gesetz der Korrelation. Berlin.
- 21) TOTTINGHAM, W. E. (1923): Temperature effects in plant metabolism. *Jour. Agric. Res.* **25**: 13—30.
- 22) — (1926): Temperature effects in the metabolism of wheat. *Plant Physiol.* **1**: 307—336.
- 23) —, LEPROVSKY, S., SCHULZ, E. R., and LINK, K. P. (1926): Climatic effects in the metabolism of the sugar beet. *Jour. Agric. Res.* **33**: 59—76.
- 24) WALSTER, H. L. (1920): Formative effects of high and low temperatures upon growth: a chemical correlation. *Bot. Gaz.* **69**: 97—126.
- 25) ZINN, B. (1930): Abhängigkeit der Legnin- und Xylembildung von äusseren Faktoren. *Diss.* Basel. 50 s.

PHYSIOLOGISCHE UNTERSUCHUNGEN ÜBER DIE VERÄNDERUNG
 DER MEMBRANSTOFFE AN DEN HÖHEREN PFLANZEN MIT
 BESONDERER BERÜCKSICHTIGUNG DER VERHÖLZUNG. V.
 EINFLUSS DER LUFTTEMPERATUR AUF DEN MEM-
 BRANSTOFFGEHALT UND DEN VERHÄRTUNGSGRAD
 DER PFLANZEN

(Zusammenfassung)

Teru FUJITA

Zwecks Prüfung des Einflusses der Temperatur auf den Gehalt an verschiedenen Membranstoffen und den Verhärtungsgrad in den Pflanzen wurde die vorliegende Arbeit mittels Topfkultur-Materials, aufgezogen in Gewächshäusern, bei zwei verschiedenen Temperaturen ausgeführt.

Als Versuchsmaterial wurde *Vicia Fava* benutzt und die gleichsinnigen Experimente zweimal wiederholt (Versuch I und Versuch II). Die Temperaturbehandlung der Pflanzen geschah sofort nach der vollständigen Keimung der Samen, gesät in Töpfen. Die Dauer der Temperaturbehandlung bei Versuch I und Versuch II war resp. 13/XII-27/XII. 1933 und 27/III-13/IV. 1934. Dabei waren die Lufttemperatur und die Luftfeuchtigkeit in den Gewächshäusern im Durchschnitt wie folgt:

| Versuchsreihe | I | II |
|--|--------|--------|
| Temperatur im Gewächshaus mit niedriger Temperatur | 9.9°C | 16.0°C |
| „ „ „ mit höherer Temperatur | 20.5 „ | 21.7 „ |
| Feuchtigkeit im Gewächshaus mit niedriger Temperatur | 60 % | 61 % |
| „ „ „ mit höherer Temperatur | 67 „ | 58 „ |

Die zu vergleichenden Materialien wurden nach der Beendigung der Temperaturbehandlung und zwar nach 14 Tagen (Versuch I) oder nach 17 Tagen (Versuch II) beziehungsweise geerntet, und mittels der Methode analysiert, die der Verf. schon in der ersten Mitteilung dieser Untersuchungen beschrieben hat, um den Gehalt an Pektinstoffen, Hemizellulose, Zellulose und Lignin zu bestimmen. Dabei wurde der Gehalt der Membranstoffe sowohl durch die Pulvermethode von KÔKETSU als auch durch die prozentuale Angabe auf das Trockengewicht ermittelt. Der Verhärtungsgrad in Geweben und Zellmembranen der untersuchten Materialien wurde auch nach den vom Verf. aufgestellten 3 Verhärtungsindexen beurteilt, die in der dritten Mitteilung dieser Untersuchungen veröffentlicht sind.

Die Ergebnisse, gefunden durch die beiden benutzten Ausdrücke zeigten, dass der Pektinstoffgehalt grösser bei den bei niedriger Temperatur gezogenen Pflanzen als bei den bei höherer Temperatur gezogenen war; aber der Gehalt an Hemizellulose, Zellulose, Lignin und Gesamtmembranstoffen grösser bei den bei höherer Temperatur gezogenen Pflanzen war. Auch zeigte sich, dass alle Werte des Verhärtungsindex der Frischsubstanz, des Verhärtungsindex der Trockensubstanz und des Verhärtungsindex der Zellmembran grösser bei den bei höherer Temperatur gezogenen Pflanzen waren als bei den bei niedriger Temperatur gezogenen.

Aus dem Vorliegenden können wir also vielleicht wenigstens sagen, dass niedrige Temperatur die Ligninbildung oder die Verholzung nebst Verhärtung der Gewebe vermindert.

Botanisches Institut, Kyushu Kaiserliche Universität.