

山葵栽培・出荷販売関係者の皆様へ

『イリヤマナカ』（伊豆市地蔵堂・中海戸）

飯田茂雄・訓司の挑戦について

2023年3月作成

# 光センサーで山葵内部障害判定に挑戦！

光センサー装置（光品質チェッカー）を使い、  
山葵の内部障害（墨入り・変色など）を  
非破壊で解るように研究し、実施、出荷しています！

- ▶ 山葵としては世界初の試みで、既に光センサー済みを出荷しています。
- ▶ メロン、みかん、リンゴ、玉ねぎなどの選果場で糖度測定や内部障害判定として普及している機械の応用です。
- ▶ 山葵は水質・土壌・気候・苗などあらゆる因子が絡み、全てを優良品に栽培するのは、無理な野路栽培野菜です。
- ▶ 生産品質の向上として、代々の伝承とパイプや日除けネットやメリクロン苗などを使用し栽培技術は発展してきました。
- ▶ 一方、出荷時の販売品質の向上は、昔からの経験値に頼る外観目視、重さ、打音などによる判定で、個人差は否めない状況です。

## イリヤマナカの現状

- ▶ 江戸時代から続くわさび専業農家として8代目の飯田茂雄が事業主。
- ▶ 20年以上“わさび師”として活躍していた9代目の哲司が2017年末に他界。
- ▶ 2018年より次男の訓司（さとし）が父の手伝いを兼業で始める。
- ▶ 訓司は診療放射線技師として25年以上病院に勤務し、山葵栽培は初心者。
- ▶ 哲司の死後、栽培面積を減らし、2人で『真妻』を専門に栽培している。
- ▶ 他の農家と比較してないが、昔から墨入り病や軟腐病の障害本数が多いのでは？と茂雄は感じており、その多さに訓司は驚き、不安になった。
- ▶ 訓司の発想から、企業と交渉や実験を重ね、光センサーによる内部障害判定機にたどり着く。
- ▶ 出荷時障害判定で経験値に加え、光センサーを使うことで、販売品質を向上させ、より販売者や消費者からの信頼を得られるように動き始めた。
- ▶ 2022年3月より、光センサー内部障害判定済として出荷開始。

## 訓司が山葵栽培に携わる様になり感じたこと

- ▶ 外観からは解らず、切って初めて解る内部障害が多い事に驚いた。
- ▶ 50年以上専業する父でも外観からの内部障害判定に困っている。
- ▶ 数年で私の目利きが父と同等になるとは思えないので将来が心配。
- ▶ このままの出荷で本当に良いのだろうか？「野菜だからしょうがない」で済まして良いのだろうか？
- ▶ 「過去に直販で内部障害による苦情があった。」と言うことは、仲買人さんには、もっと苦情が届いているのではないかと不安になった。
- ▶ 1本100円の野菜ならば不良品でも諦めもつくが、1本1000円以上もする超高級野菜が不良品だと私は怒りたくなる。今までにイリヤマナカの山葵を買って、怒ったり、がっかりした消費者が絶対いるはずだ。
- ▶ **販売品質を向上させる手段はないのか？**  
**山葵の内部障害が非破壊で解る機械は無いのか？**

## 光センサー内部障害判定機導入経緯①

- 2019年 4月 訓司が勤務先病院で穴を空けた山葵と墨入り山葵をレントゲンX線装置、CT装置、超音波装置で実験を行った。結果は穴の障害は判定できるが、墨入りは判定できなかった。
- 2019年 5月 非破壊検査機器メーカー6社に連絡。内3社と電話で交渉。その内、選果場のセンサーを製造する(財)雑賀技術研究所が興味を示してくれ、光品質チェッカーによる実験を開始。
- 2019年 6月 雑賀技術研究所（和歌山県）に行き、機器説明や相談を行った。
- 2020年 3月 9ヶ月間の内部障害判定実験の結果から考察し、有用だと判断。
- 2020年11月 組織変化を画像化できるMRIによる内部障害判定はできないか？とも考え、食品用MRIの開発を手掛ける(株)MRテクノロジーに相談し実験を行った。

## 光センサー内部障害判定機導入経緯②

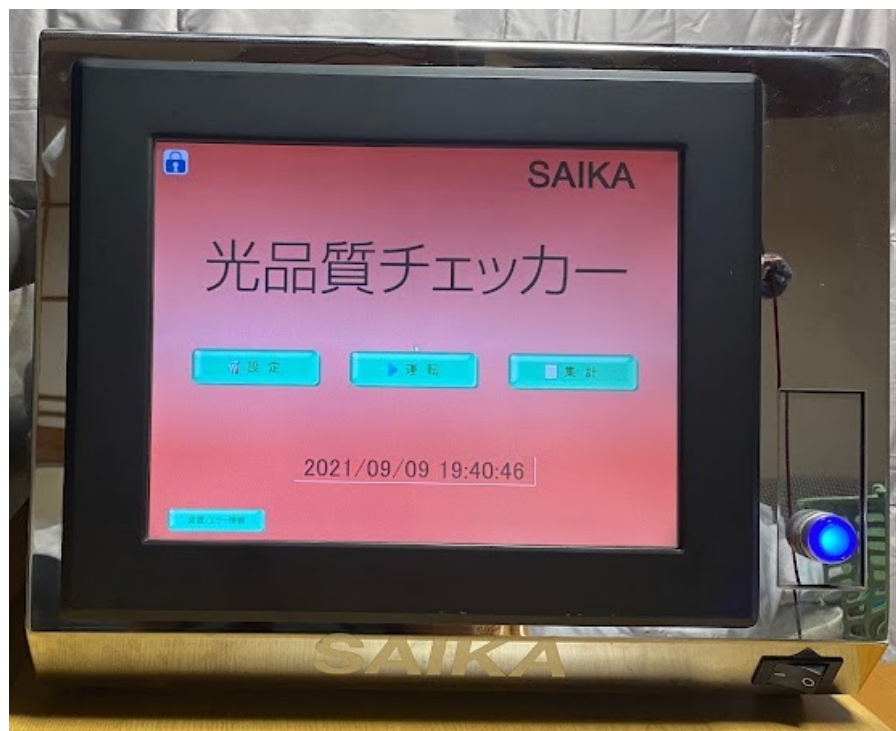
- 2021年 1月 MRIによるテストの結果から考察し、障害判定は可能だが、画像判定の難易度が高く、実用化は無理と判断。
- 2021年 4月 雑賀技術研究所とWeb会議をし、補助金等に頼らず、光品質チェッカーを導入することに決定。
- 2021年 6月 近赤外線が及ぼす山葵への影響について、メーカーは以前より無いと断言していたが、経時変化を実験し、影響無しと確認した。
- 2021年 9月 光品質チェッカーによる山葵内部障害判定機を導入し、光量調整、サンプリングデータ（判定の基となるデータ）の収集と抜き取り確認試験試験を開始。
- 2022年 3月 サンプリングデータが3604測定分（832本）で、判定成績が良かったため実稼働を開始。

# 光品質チェッカーとは

測定・サンプリング部



本体：解析PC



測定結果表示

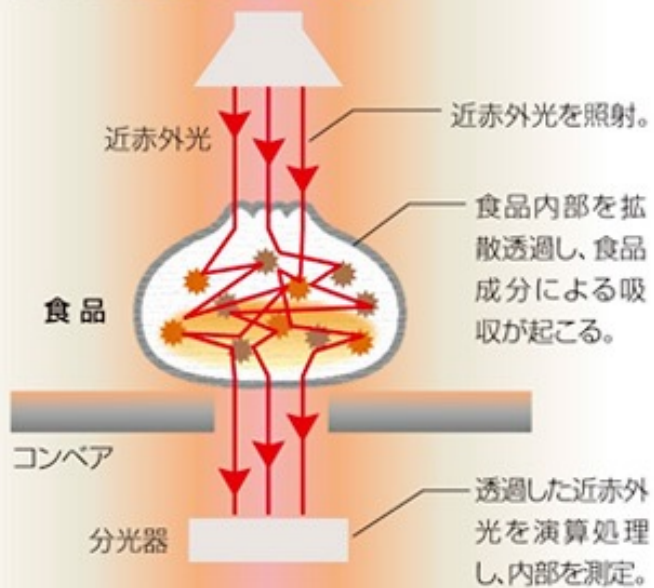
|                        | 輝吉   |
|------------------------|------|
| 2021/10/09 16:57:39.97 | 38.7 |
| 2021/10/09 16:57:36.39 | 36.9 |
| 2021/10/09 16:57:33.17 | 22.0 |
| 2021/10/09 16:57:30.06 | 13.0 |
| 2021/10/09 16:57:26.78 | 16.4 |
| 2021/10/09 16:57:22.18 | 44.2 |
| 2021/10/09 16:57:18.66 | 27.4 |
| 2021/10/09 16:57:15.50 | 22.3 |
| 2021/10/09 16:57:12.41 | 11.0 |
| 2021/10/09 16:57:09.31 | 1.03 |
| 2021/10/09 16:56:32.62 | 21.2 |
| 2021/10/09 16:56:29.55 | 17.1 |
| 2021/10/09 16:56:26.75 | 13.7 |
| 2021/10/09 16:56:23.65 | 7.2  |
| 2021/10/09 16:55:20.76 | 8.7  |
| 今回の最大値                 | 44.2 |
| 今回の平均値                 | 19.6 |
| 今回の最小値                 | 6.5  |

戻る      リファレンス      タ-

# 光品質チェッカーとは

- ▶ 透過型の近赤外線光を山葵に数秒間当てると、反対側の検出器に山葵を透過した光が届き、検出光量として数値化されます。
- ▶ 黒色系は光を吸収するので検出光量が減ります。つまり、検出光量の差で色が判別できます。この色識別で内部障害の墨入り、変色、空洞が発見できます。

## ●近赤外透過光式測定のしくみ



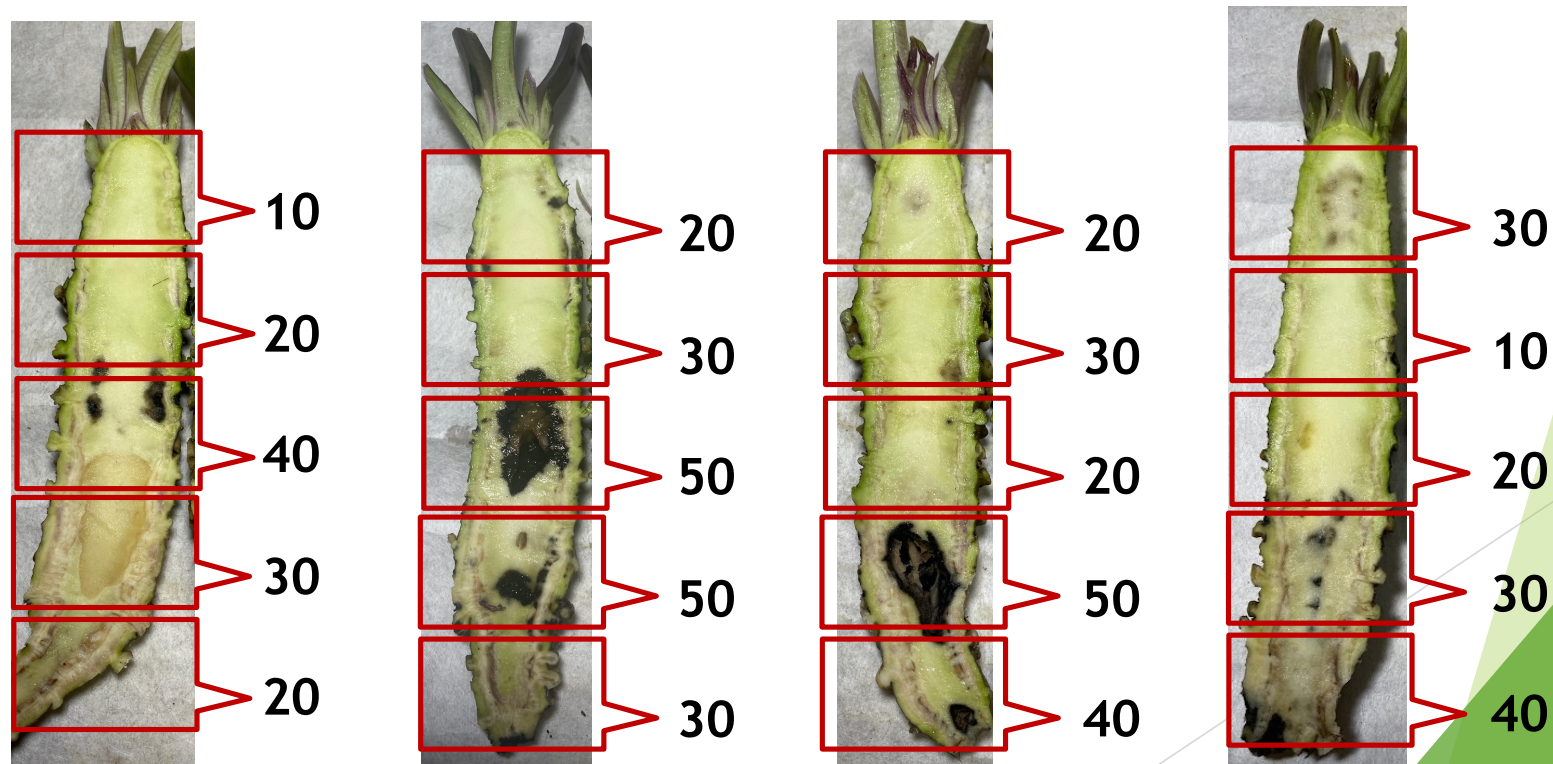
## 光センサー内部障害判定機の仕組み





## 実稼働の準備：サンプリングデータ蓄積

- ▶ 山葵を透過した光量値に、山葵を実際に切って内部障害程度を5段階数値として割り当てる。これがデータベースとなり、検量線を作成し、内部障害判定ができるようになる。（5段階：10・20・30・40・50）
- ▶ 実稼働開始には3000を超えるデータが積み重なりました。最も重要なデータで、正確なデータ収集とデータ量が精度に直結します。



# 実稼働の準備：抜き取り実測確認試験

- ▶ サンプルングデータ蓄積作業と並行して、山葵を切る前に実測をし、光センサー測定値と障害程度の比較をしています。それによりサンプルング、実測方法の確立と機械特性、値の傾向、精度を知ることができています。

| 抜き取り確認試験結果<br>光センサーでの測定値が<br>切断したわさび内部の状態と<br>実際に合致しているか？ | 測定の<br>基となる<br>蓄積サンプ<br>リング<br>データ数 | 測定本数 | 測定箇所 | 良品として出荷可能値<br>25未満の箇所結果 |                               |             | 不良品として出荷不可能値<br>25以上の箇所結果 |                               |             |
|---|-------------------------------------|------|------|-------------------------|-------------------------------|-------------|---------------------------|-------------------------------|-------------|
|   |                                     |      |      | 機械判定<br>良品箇所数           | 機械判定<br>切断確認<br>の両方が<br>良品箇所数 | 良品の<br>合致率% | 機械判定<br>障害箇所数             | 機械判定<br>切断確認<br>の両方が<br>障害箇所数 | 障害の<br>合致率% |
| 3箇所/本の測定での結果<br>(2021年8月～2021年9月)                         | 906                                 | 221  | 663  | 455                     | 330                           | 72.5        | 208                       | 116                           | 55.8        |
| 5箇所/本の測定での結果<br>(2021年9月～2022年2月)                         | 2945                                | 554  | 2770 | 1737                    | 1525                          | 87.8        | 1033                      | 619                           | 59.9        |
| 5箇所/本の測定での結果<br>(2022年3月～2022年9月)<br>実稼働開始後               | 2325                                | 465  | 2325 | 1260                    | 1036                          | 82.2        | 1065                      | 884                           | 83.0        |
| 2023. 2. 10   | 500                                 | 100  | 500  | 344                     | 297                           | 86.3        | 156                       | 116                           | 74.4        |
| 合計  | 6676                                | 1340 | 6258 |                         |                               |             |                           |                               |             |

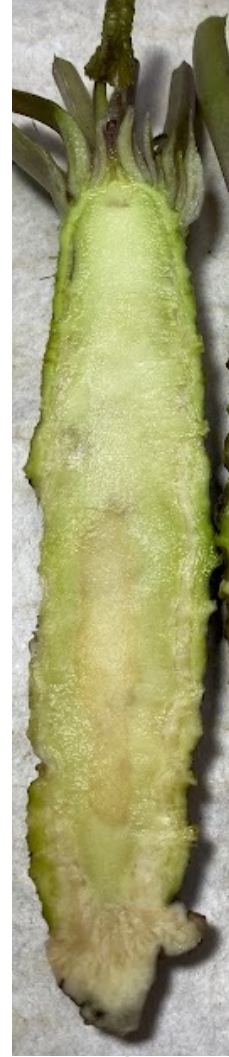
# サンプリング・確認作業で解ったこと

- ▶ 墨入り病の侵入経路が不明なものが多くある。遺伝もある。
- ▶ 表面の墨の浸潤具合は多様で、少し表面を削ったくらいでは解らない。
- ▶ イボからの墨の侵入が維管束や形成層を伝搬するようだが、その程度が予測できない。
- ▶ 腐りや墨入りは遠隔転移する。つまり、間に障害無しの部分が存在する。
- ▶ 虫食い状に見える外観、コブ状に変形した箇所と内部障害は一致しない。
- ▶ 首が細い物に内部障害があるとは限らない。
- ▶ 茶褐色に変色するのは、病気が原因の場合と栄養不足によるものがある。
- ▶ 導管と篩管の墨の違いで茎からの障害か、根からの障害かが解る。
- ▶ 薄い茶褐色のみの障害は判定が困難。
- ▶ 障害ではなく維管束が元々濃い茶色のものがある。
- ▶ 茎の紫色が導管を通り、皮層に入り込むものがある。

## 障害判定値で解ったこと

- ▶ サンプルングデータから作られた検量線により、障害判定値が出るのだが、様々なバイアスがかかり、値が前後する。それを自ら判断しなければならない。太さ、測定場所ごとにサンプルングデータを取っていれば無かったかもしれない。
- ▶ 近赤外線が山葵内部を拡散するのは約3センチ幅と予測。太いほど低値になり、細いと維管束が密になり高値になる。そして、太い側の値に引っ張られる。（測定点より頭側に障害が多い）
- ▶ 首の近くは、茎の影響で低値になる。
- ▶ 尻側の表面が茶色など濃い場合は内部が良くても高値になる。
- ▶ 測定点が芯から外れると高値になる。
- ▶ イボがちょうど検出器中心にくると高値になる。
- ▶ 隣の測定値との差が大きい時は、低値でも障害がある。
- ▶ 高値が出た場合は山葵の角度を変えて、再測定が必要。

# 内部障害の現状



# 内部障害の現状



# 実働結果

(2023年2月までの1年間)

- ▶ 実働開始から1年が経過。まだ見落としはあるとは思いますが、多くの障害を発見し出荷品質が上がりました。
- ▶ 光センサー障害合致率も良いと思います。
- ▶ 生育状況・環境により実障害率が毎回変化しているのも解ります。

| 実働結果   | 測定サイズ | 測定本数   | 光センサー障害あり判定 | 実障害あり | 光センサー障害合致率% | 実障害率% |
|--------|-------|--------|-------------|-------|-------------|-------|
| 3月12日  | 大     | 177本   | 8本          | 6本    | 75.0%       | 3.4%  |
| 4月9日   | 大     | 337本   | 15本         | 15本   | 100.0%      | 4.5%  |
| 4月23日  | 大     | 378本   | 17本         | 17本   | 100.0%      | 4.5%  |
| 5月7日   | 大・中   | 328本   | 10本         | 10本   | 100.0%      | 3.0%  |
| 5月21日  | 大・中   | 367本   | 13本         | 13本   | 100.0%      | 3.5%  |
| 6月4日   | 大・中   | 428本   | 35本         | 31本   | 88.6%       | 7.2%  |
| 6月11日  | 大・中   | 487本   | 41本         | 38本   | 92.7%       | 7.8%  |
| 6月25日  | 大・中   | 545本   | 27本         | 27本   | 100.0%      | 5.0%  |
| 7月9日   | 全     | 920本   | 51本         | 46本   | 90.2%       | 5.0%  |
| 7月23日  | 全     | 405本   | 77本         | 74本   | 96.1%       | 18.3% |
| 8月6日   | 全     | 657本   | 68本         | 62本   | 91.2%       | 9.4%  |
| 8月11日  | 全     | 646本   | 111本        | 103本  | 92.8%       | 15.9% |
| 8月27日  | 全     | 817本   | 72本         | 65本   | 90.3%       | 8.0%  |
| 9月10日  | 全     | 781本   | 63本         | 60本   | 95.2%       | 7.7%  |
| 9月18日  | 全     | 577本   | 14本         | 14本   | 100.0%      | 2.4%  |
| 9月24日  | 全     | 628本   | 97本         | 91本   | 93.8%       | 14.5% |
| 10月9日  | 全     | 578本   | 77本         | 70本   | 90.9%       | 12.1% |
| 10月22日 | 全     | 932本   | 67本         | 62本   | 92.5%       | 6.7%  |
| 10月29日 | 全     | 418本   | 35本         | 33本   | 94.3%       | 7.9%  |
| 11月12日 | 全     | 526本   | 166本        | 159本  | 95.8%       | 30.2% |
| 11月26日 | 全     | 440本   | 111本        | 108本  | 97.3%       | 24.5% |
| 12月10日 | 全     | 678本   | 32本         | 31本   | 96.9%       | 4.6%  |
| 12月17日 | 全     | 955本   | 76本         | 72本   | 94.7%       | 7.5%  |
| 12月24日 | 全     | 736本   | 9本          | 9本    | 100.0%      | 1.2%  |
| 1月8日   | 全     | 416本   | 83本         | 80本   | 96.4%       | 19.2% |
| 1月21日  | 全     | 758本   | 177本        | 171本  | 96.6%       | 22.6% |
| 2月11日  | 全     | 636本   | 99本         | 91本   | 91.9%       | 14.3% |
| 2月25日  | 全     | 756本   | 234本        | 224本  | 95.7%       | 29.6% |
| 合計・平均  |       | 16307本 | 1885本       | 1782本 | 94.5%       | 10.9% |

## 今後の展望と課題

- ▶ 実稼働と並行してテストを繰り返し、精度を上げ、稼働成績を残し、販売品質の向上になっているのか確認していく。
- ▶ ホームページでこの取り組みを情報発信していく。  
<https://iriyamanaka.com> で随時、検査結果等を配信中。
- ▶ みかん等と同じように「光センサー検査済み」と出荷箱に記載できるように、市場関係者に認めてもらうように努める。
- ▶ 光センサーの導入に興味のある農家、法人、企業には、情報提供、導入指導などの協力をする。
- ▶ 出荷作業工程が以前より増えるため、測定の簡素化を模索していく。
- ▶ 何よりも、安心な山葵を消費者にお届けするように努める。
- ▶ 山葵の美味しさをより多くの方に知っていただくために広報活動をしていく。

