

熱帯でのイトミミズ利用による有機稲作

杉山信太郎、タワン・ハンズーンネルン
(タイ国レインボウ・ファーム会長)、(同農場長)

Organic Rice Production with Itomimizu in the Tropics

SUGIYAMA Shintarou and Tawan Hangsoonern

Rainbow Farm, 253/3 Moo3, B. Hoinamrin, T. Khilek, A. Maerim,
C. Chiang Mai, 50180, Thailand

Abstract

- 1) First we were surprised at the healthy power of the biodiversity of the plants and the insects during the rainy season of the tropical areas and the flowering time. We had been succeeded to grow healthy plants by mix-planting. The effects of the mix-plants had been important, which is the original source of the biodiversity of the tropical plants and insects. Between Isehara and Chiangmai has been the relation of the flowers and the formula of $Q_{10}=2$, the general yearly temperature is in Isehara 15°C , and in Chiangmai 25°C , the difference being 10°C ; in Chiangmai, the basic biological velocity becomes double.
- 2) On the rice growing of no disease, Sugiyama found the small figure No.3 of the Literature of (Kurihara 1983) which showed that Itomimizu gave much phosphate to the transplanted rice during the second month from the transplanting of the ricefield. In the organic rice growing, the farmer has given much organic fertilizer to rice in the first month, and in the second month such fertilizer will be changed to much nutritions, and any fungi or seeds of diseases are going to appear. At that time, Itomimizu are going to develop much phosphate to the rice field, in order to get the excessive nitrogen would be

consumed by mixing with the amino acid and such ones.

- 3) Mr. Tawan made the organic fertilizer from the materials as 60%(vol.) of rice husks and the stables of rice husks with animal dang and urine, 30% of black powders of rice husks and 10% of the drop from the rice processing (contained rice embryos) were mixed and fermented. It contained 1.65% of Nitrogen, 1.83% of Phosphate and 1.40% of Potassium nutrition by the analysis of the Chiang Mai University.
- 4) We tried to make a new rice variety with the cross of RD4 (Niyomali) x Kaohommali to make the long timed 180 days variety, Kaohommali changed to the short timed one, and succeeded after 5 years with the selection of 10 generations to make the 134 days non-glutinous variety “Homvienping”, tested by the National Surin Rice Center in 2005.
- 5) In 2012, we gave double nutrition, on June 20 seeded, and on July 20 transplanted, Homvienping during 96days growing, on Nov. 24 harvested (grains) 8.55t/ha., and KDML105 during 118days harvested (grains) 8.95t/ha, both were no fall down and kept the high yields by Itomimizu in Rainbow farm.

1. はじめに

杉山は、タイへ来る直前、フィリピンのミンダナオ島で、コーヒーと6種の果樹が混植される有機農園で、病虫害が見えないのに驚き、高温、高湿の熱帯では病虫害が多いはずなのに、さかんな生物多様性が病気や虫害を抑制する様子を驚いた。タイ国へ来て1997年に、チェンマイ県バンガー村で野菜の混植実験を始めた。そして、ナス科、ウリ科とマメ科の3種の野菜を均等に混植し、すぐに発生した病虫害は、被害率90%余で高かったが、初めに虫害、続いて病害が治癒し、約1年半で最初の20%ほどに減少した。神奈川県伊勢原市の恵泉女学園の有機野菜畑での病虫被害率約80%の治癒には3年を要したが、年平均気温が15℃、チェンマイで25℃だったので、大学で習った、気温が10度上昇すると、生物反応が2倍になる $Q_{10}=2$ と言う温度反応式(坂村、1952)が成立することを発見した。虫害が病害より早く解決したのは、動物

の競争が殺し合いなので、植物の病害より簡単に解決すると考えた。この温度反応式は有機肥料を作成する発酵期間が伊勢原で2週間、チェンマイでは1週間で可能な事や、日本中部の30年生の松林が、タイ国では約15年で育つことも理解できた(Sugiyama, and *et al*, 2005)。

タイ国での有機稲作は1998年から同僚のタウン氏 (Tawan Hangsoonern) と、メーリム市ピン川沿いの古い水田地帯で始めた。最初は日本品種や現地の早生品種に米糠や日本式の発酵肥料(鶏糞40%容量、畑土30%、籾殻20%、米糠10%に水を加えて発酵)を与えて、1~4月、5~7月と8~11月の年3期作を中心に6年栽培し、2004年以後スズメやネズミの害が増えたので、周囲の稲作に合わせ、1~5月と8~11月の年2期作に改めた。以後、2011年現在までの有機稲作は合計で、3期×6年+2期×8年=34作になった。

2. イトミミズとの面会

2004年9月、杉山とタウンは支援団体レインボウゆうきの会に日本へ招かれ、千葉県佐原市の岩沢信夫氏の水田でイトミミズの稲作を観察した。よく実った稲は、病気が少なく多収で、盛んな藻類との共生が見られた。さらに岩沢氏からイトズミミズが東西に北海道から台湾まで、南北に日本内地から韓国を通過し旧満州まで分布すると言われ、弥生時代以後、日本人の稲作と共にあった歴史が想像された。また紹介者の大崎桂介氏から東北大学栗原康教授の「イトミミズと雑草」(1983)という論文のコピーをいただき、イトミミズの勉強ができた。これにより仙台地方にイトミミズ(*Tubifex hattai*)、ユリミミズ(*Limnodrilus socialis*)とエラミミズ(*Branchiura sowerby*)の、同様に体長約1~10cmと同じ生態型を持つ3種のイトミミズがいて、雑草に対し、イトミミズは水田の底にいて、若芽を食べ(直播された稲の若葉も食べた)、3cm以下の小草をゆすり倒し、雑草の種子を泥に埋めて発芽を止めた。また水底の腐敗した動植物を食べ、これらを消化し、還元化して、稲に効きやすい窒素とリン酸を供給し、体から糞と泥を排出して水田の泥を作る働きを学んだ。彼らが大量に作る泥の効果は未定だが、高地の水田化も可能なので、水田の床締めをするし、泥が柔らかかで、水田造成に石を運び出す必要がないと言われたので(稲葉、2009)、ミミズの造田作用も考えられた。イトミミズの生育

適温は卵子の生成適温、15—25℃で代用し、温帯から熱帯まで1世代が約2年間で繁殖する(栗原、1983)と記されるが、熱帯では1年間で1世代であろうと推定した(Sugiyama, *et al*, 2005)。

2004年11月(乾季)に、タウンは農場水田の45cm底にイトミミズを発見した。体長は最大10cmで、体節の後半に繁殖用の肉塊が見える形態から、杉山は北隆館新日本動物図鑑(1983)と中村(2004)を参考に、ヒメミミズ(*Enchitraeus buchholzi*)と同定した(図1)。属名は「繁殖組織を持ち運ぶ」意味で、広く世界各地に分布し、東京付近にも生存すると言う(北隆館新日本動物図鑑、1983)。栗原(1983)の3種に加え、日本に同じ生態系で4種以上のイトミミズが存在することは、中国各地にいた稲作民の倭族が弥生時代初期(BC3世紀)に一旦朝鮮半島に入り、合同してさらに日本へ稲と共に移動した結果(鳥越、2004)(池橋、2005)、(同、2008)であろうか。他方、レインボウファームのヒメミミズはタイ族により18世紀までに中国から稲作と共に移入されたらしいが、インドシナ半島のイトミミズ調査は未了である。

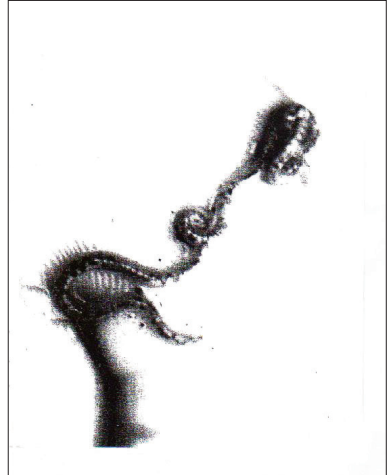


図1. タイ国チェンマイ市、レインボウファームで発見されたイトミミズ、種名:ヒメミミズ(*Enchitraeus Buchholzi*)。

3. 1998～2011年までの稲作

1998年から2011年まで、我々は上述のとおり、34作の有機稲作を続けた。2004年以後、年2期作になり、肥料もそのころタウンが創製した有機肥料(後述のRF肥料)に改まり、稲の10a当たり収量(粒重)は、最初200～300kgであったが、このころから、良いところで400～500kg水準に上昇した。稲作の特徴は、①病害は最初から一貫して、ふしぎなほど皆無であった。②虫害は例年三化螟虫による穂の枯れ上がりがあったが、被害は個体数で3%以下の微少。③雑草は前期に毎年手取りを要したが、6年後の2007年に熟田部分の成熟期

7~8m²当たり、オモダカとヨウサイ1~2本を残して雑草が消える現象が所々に現れ(図2)、10年後の2011年以後、一般雑草が消失し、オモダカとコナギが水田の畔付近、ヨウサイは周辺の畔中心に、やや多めに残存することがわかった。農民に聞くと、オモダカ(南方型で芋ができない)とコナギは葉菜として、食用可能



図2. 大型の雑草:クワイ(*Sagittaria trifolii*), 小型:ヨウサイ(*Ipomea aquatica*), 稲収穫期の熟田約7~8m²に各1~2個体ずつ現れた雑草。

といわれ、ヨウサイは当然の栄養野菜として市販され、杉山も利用する。オモダカとコナギは杉山が煮沸して食べたが、口にはやや硬くて無味の野菜であった。しかしこの3者はタイ水田に比較的多く残るが、草丈低く、イトミミズにより稲の日陰にされて消失した。

これらの結果を説明すると、①稲の病害について、杉山は、大学の卒業研究のテーマが「尿素葉面散布の研究」で、アミド類など不飽和窒素化合物による稲の体質が、いもち病などの元と言われ、これに多めのリン酸を与えると、リン酸が稲の光合成を促進し、アミドを無害のアミノ酸や蛋白質に変えて、稲が健康になる方法を薬害解決の仮説に考え、「牧草イタリアン・ライグラスの冬作」と言う栽培法の文献(農文協発行、現在絶版)で、元肥にリン酸を窒素の2倍ほど施して、安全栽培する処方を見出し、資料に提出して卒業した。これにつき今回、栗原(1983)に、田植後30日の有機稲作の追肥期[いもち病危険期]に、イトミミズが多量のリン酸を稲に与える図(図3)が発見され、仮説を事実が証明する出来事に驚き、この事実こそ、イトミミズによる34回の稲作無病の証拠

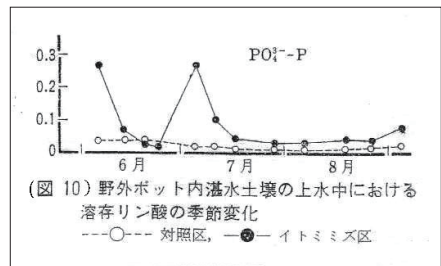


図3. 栗原(1983)第10図に見られた、イトミミズ区の移植後1ヶ月の稲病危険期にイトミミズがリン酸を増施した証拠。

と考えている。②虫害については、毎年三化螟虫が少し茎を食害し白穂をつけるが、熱帯では盛んな昆虫の生物多様性の抑制作用(Sugiyama, *et al*, 2005; 桐谷, 2008)に、稲自体の安定した栄養も加わり、微少な虫害の根拠になったと思われる。2010年には、7月に農場周辺からアブラムシが進入して、やや被害を与えたが、場長タウンは日本人が釈迦頭と呼ぶ果樹バンレイシ(*Annona squamosa*)の葉の液汁を散布して防除した。③イトミミズが雑草を殺し排除した上述の方法は、栗原(1983)によれば、彼等が雑草の若芽を食べ、3cm以下の小草をゆすり倒して殺し、種子に泥を被せて発芽を止める、という物理的作用であった。以上によりイトミミズの有機稲作に化学肥料と農薬は原則的に不要だが、虫害には定例的な螟虫と、不特定なアブラムシの害があり、前者は生物多様性等が抑制し、後者は有機農業者の自然の知識の手当てを要した。

4. 新有機肥料

タウンは農業短大時代から小家畜の飼育に優れ、農場では豚やアヒルにEM菌の1000倍水溶液を飼料に混ぜて食べさせ、悪臭なく健康な家畜を育てる有機畜産に成功し、2007年にタイ国政府から表彰された。彼は日本式の有機肥料は原料に30%の土を混ぜるので、追肥用の運搬に重いため、2004年に60%容のアヒルの厩肥、30%の籾殻くん炭と、10%の精米胚芽屑の原料に水を加え、高温で発酵させた有機肥料(略称RF)を創造した。その成分はチェンマイ大学肥料分析室で、窒素1.56%、リン酸1.83%とカリ1.40%を含むと言われ、水田にも畑作にも使える優れた有機肥料である。

これを使った農場の水稲の標準元肥に m^2 当たり籾殻200g(N1.2g), RF200g(N3g)、N小計4g、田植え後追肥RF200g(N3g)、分ゲツ期RF200g(N3g)、の合計N肥は10gであり、稲作化学肥料の標準N10gに等しい。この有機肥料は単細胞の乳酸から、進化した酵母菌、藍藻さらにイトミミズまで地球環境の形成に関係した生物集団の混合物であり(栗原、1983)またLovelock(1988)の言う「環境利用のGaia式肥料」で、これを飼養する農場では小家畜の伝染病抑制効果があり、また農家が肉や卵を販売や食用に利用しつつ自立できる利点がある。

5. 稲品種HomVienpingホム・ビアンピン「チェンマイの香り」の育成

チェンマイ地方では、ウルチ用にタイ国の有名品種香り米KDML105が歓迎されるが、これは晩生の1期作用品種で、感光性高く、稔実率低く、休眠性も高い。これに代わる品種を求め、2004年5月からKDML105×RD4の交配による育種を始めた。しかし翌年F₂世代まで進めて、発芽休眠性が母性遺伝して除けなかったため、その逆交配として作っておいたRD4×KDML105のF₁種子4粒を2005年圃場に鉢植えしてF₂世代を過ごし、これから採取した約1000粒のF₃種子の約100粒を2006年2月シャーレに播種したが、杉山は誤って、殺菌用の食酢2%液に入れて5時間経過してしまった。幸いにも種子は正常に発芽し、F₃世代の苗97を2006年3月実験圃場に植えた。6月の収穫期前、彼とタウンは圃場に行き、彼は稲をよく知るタウンにNo.10とNo.12の2個体を選ばせ、まっ直ぐ天に向く生長と光合成に有利そうな草型を確認した。以後毎年2世代を育成し、2008年乾季に系統12を選び、同年雨季に東京大学鴨下顕彦准教授のお世話により、F7世代の材料12-9-19-8をスリン県のスリン国立稲作研究センターに送り、有機稲作の公式試験を依頼した。

さらに2009年12月にF₁₀代雑種をタウンがHomVienping〔ホム・ビアンピン（チェンマイの香り）〕と命名した。品種の特徴は、播種から収穫まで公称134日の早生、発芽休眠なし、1000粒重35g、香り性、長粒7mmウルチのインド米、草丈120cm、穂数15本の光合成向きの草型、倒伏難、稔実率が高い多収性、脱粒性は父品種KDML105並み、発芽よく、熱帯の2～3期作に適する品種である(図4)。



図4.

6. HomVienpingによる有機稲作の栽培成績

(1)表1. F₇材料12-9-19-8のスリン国立稲作センターによる試験結果(2008)

	栽培条件	無肥料区			化学肥料区			緑肥区		
	項目	草丈	出穂日	粒収量	草丈	出穂日	粒収量	草丈	出穂日	粒収量
品 種	KDML105	117cm	93日	247kg	124cm	93日	323kg	127cm	90日	357kg
	12-9-19-8	109	98	178	118	97	338	126	97	373
	RD6	117	93	295	145	97	398	130	91	412

栽培要点:播種7月25日、移植8月22日、肥料NPK=16-16-8%.

粒収量で12-9-19-8(HomVienpingのF7系統)はKDML105に比べ、緑肥区で4.5%、化学肥料区でも4.6%高かった。

(2) レインボウ・ファームで新品種HomVienpingの収量試験を2009年雨季におこなった。栽培法は2反復、処理:株間30×15cm、30×20cmと30×25cmの3段階、播種7月3日、移植7月29日、出穂9月28日、収穫11月1日で、生育日数121日(高日射下の強制稔実) 緑肥区で標準品種KDML105に対して4.5%増収であった。

表2. Rainbow Farmで2009年雨期作HomVienpingの栽培試験結果

	畦幅株間cm	草丈cm	m ² 穂数	穂長cm	1000粒重g	10a粒重	10a玄米重kg
1.	30 x 15	119	167	25.0	31.2	356kg	299 (5.0俵)
2.	30 x 20	122	162	25.8	31.2	375	314 (5.2俵)
3.	30 x 25....	122	134	25.8	31.2	347	291 (4.9俵)

稔実歩合 = 94.5%と1000粒重は、都合により定数を使用した。

草丈は119~122cmで、例年の比較品種KDML15の150cmより約30cm低く良好。収量は30×20cm区の粒重375kgが高かった。これは期待した高収では無いが、タイ国で高めの北部乾季の平均収量273kg(タイ国の農業、1988)の数値より37%増収であった。

7. イトミミズ有機稲作将来の可能性

(1)日本国内では 水田面積は、約200万ha

イトミミズの増殖は、化学肥料と農薬を使用せず農場創製の有機肥料RF

を施肥すれば、肥料成分の窒素が化成肥料並みの m^2 当り約10gなので、1年目から化学肥料に劣らない成績(収量)を上げるであろう。過去に化学肥料を用いる以前にイトミミズによる有機米を栽培した、一般水田200万haを用いて、有機肥料で稲を栽培すると、数年でイトミミズが増殖する。日本の水田200万haに稲を有機栽培すると、その収量は、穀粒で5t/haに増収する可能性があり、 $5t \times 200万ha = 1千万t$ の生産があがるであろう。国民1人あたりの有機米の必要量を60kgとして、全国民所要量は1億2千万人 $\times 60kg = 720万t$ 。1千万t $-720万t = 280万t$ を有機飼料米として使用できる。

有機飼料米を乳牛飼育のために、1頭当たり年間17tで飼育すれば、280万t/17t = 164,718頭の牝牛を酪農で飼育できるであろう。同様に280万tの飼料用米粒を用いて、養豚や養鶏も可能になるだろう。

(2)海外では

杉山がタイ国へ来たのは、私の幼時よりの信仰と稲作の先輩松島省三博士の遺志を継ぐためであった。博士は「地球の南・北緯30度以内の地は、硬い酸性土壌などで農業に困難な飢餓地帯でもある。しかし稲は酸性土壌を好み、また熱帯の強い日射は水稻多収に有利で、熱帯は水稻多収の適地」と唱え、晩年にアフリカ・ケニヤで水稻多収穫(ha当たり2期作24t)の実験をくり返した。私もタイ国に来て、タウンがタイ農場にイトミミズを発見、二人でこれを研究して、タイのイトミミズにより、熱帯の生物多様性を利用し、稲の病虫害は早期に解決、雑草の抑制も時間に応じて進め、10年後に一般雑草を排除し、イトミミズによる有機稲作が安全に導かれることを証明し、さらに有機肥料と適品種を合わせ、多収穫による成功を求めたい。

熱帯のイトミミズによる有機稲作研究の利点は、①熱帯ではイトミミズが昼間は水底で働くが、夜間には水の引いた表層に集まり、活発な繁殖活動をする。日本では、イトミミズが観察しにくく、稲刈り後の水田に水を張らないと、イトミミズが見えにくいという(岩沢、2003; 鷺谷、2007)。イトミミズの温度適性(15~25℃)は、温帯では15℃付近、熱帯では25℃付近にあるらしい。②熱帯は松島博士の日射強く光合成利用の利点のほか、③稲の2期作以上が可能で、水田稲作の生産力は温帯より高いはず。④熱帯では生物多様性

が極めて活発で、原則的に稲の病害、虫害が少なく、加えてイトミミズを利用すれば、稲は病害なく、雑草まで時間をかければ無力になり、完全な無農薬有機稲作ができる。⑤光合成細菌が活発で、日本の根腐れ病防止の中干し作業は不要。さらに藍藻やアゾラなど、稲作に有利な微生物がそろっている。⑥熱帯では高温と多毛作により稲作実験の効果を早く技術化できる。

今後実験を重ね、増収成績を上げて、まずタイ国と近隣諸国にイトミミズによる有機稲作を広めたい。

さらにこの稲作をアジア以外、アフリカや中東地域に広めるには、稲作の経験や水の少ない土地が多いので、イトミミズの移植を始め、水を集める森林の植林、水田・水路の造成や、居住地の建設など大きな問題があろう。しかしこれらの問題は、すでに登呂など、弥生時代の日本農村で解決したことであり、今後は大きな計画(プロジェクト)による実施が必要である。イトミミズの移植について、すでに中国大陸からタイ国や日本に移植したように、理論的には可能であり、生物移転に国々の許可を得れば、土壌や稲苗の移植により可能であろう。この場合日本国の神勅(日本書紀第2章)のように、稲作には日本人の歴史的使命があり、まず日本人によるプロジェクトの実践が期待される。

この有機農業は有機肥料の生産に特にSiO₂(珪酸)が有利なため(高橋、2007)大量の籾殻を利用する、アヒル飼育や養豚、酪農等の畜産と共同で始める可能性がある。さらにこの農業が熱帯、亜熱帯の諸国に普及し、水稻の安定した2・3期作が実現すれば、将来イトミミズによる有機稲作が、地球の穀物生産の大半を占める可能性も考えられる。安定化した大量の稲粒の生産により、世界の食料と飼料の問題を解決し、人類の貧困やテロ等の問題も解決するであろう。さらに熱帯地域の植林や灌漑水路、水田湛水等の影響により、地球環境の改善にも、大きな進展が見えるであろう。

表3. 稲の他肥料栽培 2012年夏秋作の成績

品種	播種期	田植期	収穫期	収量	草丈	生育日数
KDML105	7月20日	8月20日	11月15日	895g/m ²	110cm	118日
Homvianping	7月20日	8月20日	10月24日	855g/m ²	28cm	96日

表3の結果は2012年のレインボウファームで、イトミミズと生物多様性の環境を明らかにした稲作によるものである。初めて約2倍の窒素成分を用いた条件で行われ、短縮された生育日数で実った結果だったが、KDML105は8.95 t/ha、Homvianpingも8.55 t/haの超多収の成績だった。この理由は肥料に籾殻2kg/m²による珪素の高い影響によるもので、京大の高橋英一教授が主張する理論「稲と珪素に古代から深い関係がある」という発見による。特に籾殻が珪酸23%の高い成分を含むところに、利益が存在する事情による。この多収の結果は日本の有機稲の収量の2倍で、化学肥料による日本の高めの収量と同じである。さらにイトミミズが働いて、2倍の窒素肥料を用いても、110cmの低い草丈で倒伏しない抑制がきいているところがすばらしい。この実験が生物多様性の温度とイトミミズの生育適温25℃の環境で行われたところに、大きな意義があったと思い、真理を示したもう神の恵みに感謝したい。

引用文献

北隆館,1983, 新日本動物図鑑, 542頁。

石井卓朗, 2009, 新規需要を目的とした多収米品種の開発状況と生産性。大日本農会資料。

池橋宏, 2005, 稲作の起源、講談社。

——, 2008, 稲作渡来移民、講談社。

稲葉光国, 2009, 日経ビジネス4月27号。

岩沢信夫, 2003, 不耕起でよみがえる、創森社。

桐谷圭治, 2008, [ただの虫を無視しない農業]、築地書館。

栗原康, 1983, 「イトミミズと雑草」、化学と生物vol.21 (研究のスポット), 243-249; 324-327; 398-404。

同, 1998. 共生の生態学、岩波新書

Lovelock, J, 1988, The ages of Gaia. 邦訳、岩波書店。

農文協(2001), 転作全書、第4巻、水田の多面的利用、134-135頁、「イタリアンライグラスの冬作栽培」(リン酸を窒素の1.5倍施こす記載)。

坂本徹, 1952, 植物生理学上巻12-15頁、下巻62-63頁。

Sugiyama, S., Sinth, S., and Tawan, H. 2005, Effect of biodiversity to control diseases and insect harms of vegetables in organic farming in the tropics. Keisen Jogakuen Res. Bul. 36, 13-18.

鳥越憲三郎、2004、倭人倭国伝全訳、中央公論新社。

鷺谷いづみ、2010、コウノトリの贈り物、地人書館。

高橋英一、2007、作物にとってケイ酸とは何か 農文協。190頁。