

## チガヤ2タイプ間の形態・生態・ 遺伝子における変異

独立行政法人 農業環境技術研究所 生物多様性領域 特別研究員 水口亜樹  
宮崎大学農学部 附属自然共生フィールド科学教育研究センター 西脇亜也

### 1. はじめに

チガヤ (*Imperata cylindrica* (L.) Beauv.) は熱帯から温帯にかけて分布するイネ科の多年生草本植物である。チガヤは侵略的な根茎を持ち、かつ他感作用物質を出して他種を排除することから、世界各地で強害草となっており、世界の七大雑草の1つに挙げられている (Holm *et al.* 1977)。一方で、チガヤは熱帯諸国で、飼料草や屋根ふき材料として利用されている (Hubbard 1944, Holm *et al.* 1977)。日本では、在来野草として緑化植物や飼料草への利用が期待されている (猶原 1965, 江崎ら 1993, 服部 2000)。

Honda (1930) は、日本のチガヤを開花稈の節に毛が有る「フシゲチガヤ (var. *koenigii*)」と開花稈の節に毛が無い「カワラチガヤ (var. *genuina*)」に分類した。このカワラチガヤは別名「ケナシチガヤ」とも呼ばれる (牧野1925)。現在、チガヤ (フシゲチガヤ) には、*Imperata cylindrica* (L.) Beauv. var. *koenigii*の学名が適用され、ケナシチガヤには*Imperata cylindrica* (L.) Beauv. var. *cylindrica*が適用されている (長田 1989)。

日本においてチガヤは沖縄から北海道の広い範囲に分布しており、さまざまな生育地で適応しているが、Tominaga *et al.* (1989) はこれらの形態的変異を比較し、採取したチガヤクロー

ンをそれぞれの生育地の気候区分に従って、3つのタイプ (亜熱帯型、普通型、寒冷地型) に分類した。このことは、日本のチガヤにおいて気候帯毎に異なるバイオタイプが存在する事を示している。Tominaga *et al.* (1989) は寒冷地型はvar. *genuina*であり、亜熱帯型と普通型はvar. *koenigii*とみなしている。

一方、同じ地域内に複数のエコタイプが存在する例も報告されている。日本の濃尾平野において、開花時期によって分けられるチガヤの2タイプが報告されている (松村, 行村 1980)。

松村, 行村 (1980) は、開花時期が1ヶ月早いことから、チガヤの早生型 (E型) を普通型 (C型) から区別した。これら2タイプの形態的特徴は非常によく似ているが、C型には開花稈の節に毛が有り、E型には無いことから識別可能であるとされる。松村 (1997) は、これら2タイプは、局所的な特定の立地条件に対する適応的な変異、すなわち生態型的な集団分化であると位置づけた。

このように、日本におけるチガヤは種内変異が大きく、形態的に非常に多様であることは確かであり、このことがチガヤの分類を困難にしていると考えられる。

最近、著者らは宮崎平野において、E型もしくはケナシチガヤと見なしうるチガヤを多数確認した (水口ら 2003a)。このタイプのチガヤ

(E型)は、普通型(C型)よりも約1ヶ月早く開花することや、開花稈の節毛が無いことから、松村、行村(1980)のE型と一致するものと考えられた。その後、日本全国で調査を行った結果、この2つのタイプのチガヤは日本列島に広く分布することが明らかとなった。

本稿では、これらチガヤ2タイプの生物学的な特徴を明確にするため、これらチガヤの形態的な多様性が生育地の環境変化に伴うものなのか、あるいは遺伝的変異によるものなのかを検討した結果を紹介する。日本在来の雑草であるチガヤにおける多様性を理解することは、チガヤの利用や防除を考える上で極めて重要である。

## 2. 宮崎におけるチガヤ2タイプの確認とそれらの生物学的特性

1999年に宮崎大学構内において、開花時期の異なる2タイプのチガヤを確認した。これらのチガヤは開花時期が異なるだけではなく、いくつかの異なる形態的特徴を持っており、生育地の土壌条件は異なっていた。ここでは、1)開花時期、2)形態、3)生育地、4)種子発芽特性、5)実生の初期生育におけるチガヤ2タイプの違いについて述べる。

### 1) 開花時期

宮崎大学構内のチガヤ8群落について、開花時期を調べた。その内、3群落は3月下旬から4月中旬に開花し、5群落は4月下旬から5月下旬に開花した(図-1)。開花時期の早い3群落のチガヤには開花稈の節に毛が無く(ケナシチガヤ, E型)、開花時期の遅い5群落のチガヤには毛が有った(フシゲチガヤ, C型)。

### 2) 形態

宮崎大学構内のチガヤを開花時期の早晩(E型, C型)で分類し、それらの形態を同じポット栽培条件下で調査した(表-1)。開花時期の早いE型31クローンには全て開花稈の節毛が無く、開花時期の遅いC型35クローンには全て節毛が有った(写真-1a)。また、E型の葉鞘上には白粉が有るが、C型の葉鞘上には白粉が無かった(写真-1b)。これらのことから、開花時期の異なるチガヤ2タイプは質的な形質で判別可能であることがわかった。

葉縁のトゲの大きさを比較するために、採取した葉でプレパラートを作成し、光学顕微鏡と接眼マイクロメーターを用いて、トゲの長さを測定した(写真-1c)。これをもとに、頻度分布を作成したところ、タイプごとに異なるピー

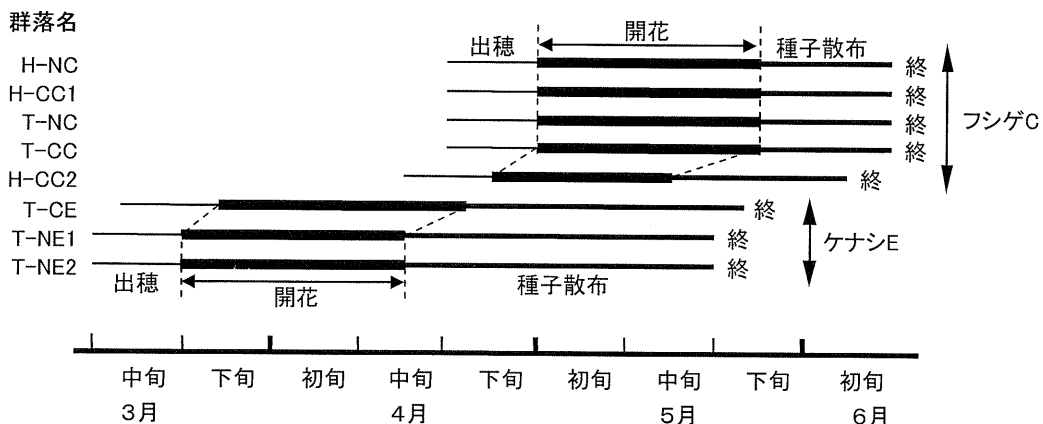


図-1 宮崎大学構内におけるチガヤ8群落の開花時期  
(「Mizuguti et al. 2004a」を改変)

表-1 チガヤ2タイプ間の形態的差異  
(「水口2003b」を改変)

|        |   | 開花時期  |       |    | $\chi^2$ |
|--------|---|-------|-------|----|----------|
|        |   | 早(E型) | 晩(C型) | 合計 |          |
| 開花稈の節毛 | 有 | 0     | 35    | 35 | 66.0*    |
|        | 無 | 31    | 0     | 31 |          |
| 葉鞘の白粉  | 有 | 31    | 0     | 31 | 66.0*    |
|        | 無 | 0     | 35    | 35 |          |
| 合計     |   | 31    | 35    | 66 |          |

\* :  $P < 0.001$

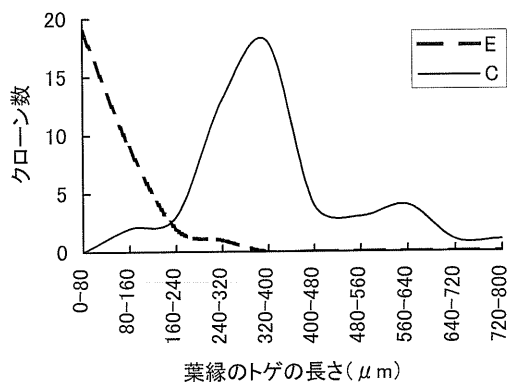


図-2 チガヤ2タイプにおける葉縁のトゲの長さの差異  
(「Mizuguti et al. 2003b」を改変)

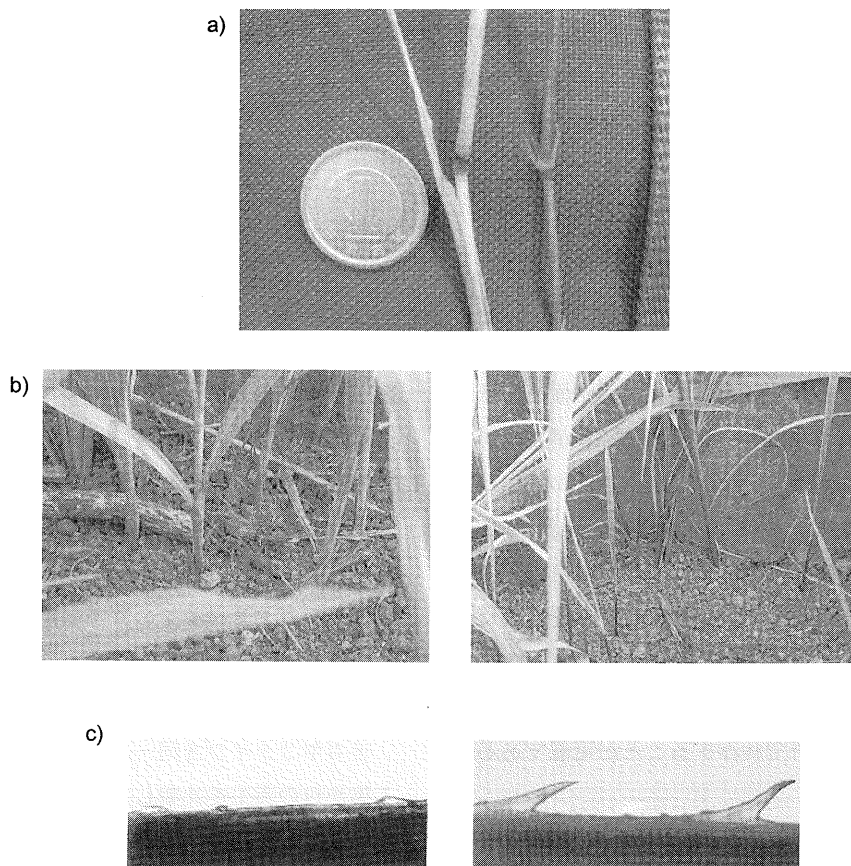


写真-1 チガヤ2タイプの形態

- a) 開花稈の節毛：左はE型で毛が無い，右はC型で毛が有る。「水口ら 2003a」より。  
 b) 葉鞘の白粉：左の写真はE型で白粉が有る，右の写真はC型で白粉が無い。  
 c) 葉縁のトゲ：左の写真はE型でトゲは小さい，右の写真はC型でトゲは大きい。「水口ら 2003b」より。



写真-2 チガヤ2タイプの生育地

左の写真は宮崎大学構内の空き地。2002年4月6日撮影。「水口ら 2003a」より。

右の写真は宮崎大学周辺の水田。2001年4月28日撮影。

左の写真では、E型は手前の低地に生育、出穂中。C型は奥の法面に生育、未出穂。

右の写真では、E型は右の放棄水田内に生育、種子散布中。C型は中央の水田畦に生育、開花中。

クを示した(図-2)。このことは、開花時期の早晩で分類したチガヤ2タイプが量的な形質において不連続であり、異なる分類群であることを示している。

### 3) 生育地

宮崎大学構内とその周辺で、チガヤ2タイプの分布を調査したところ、多くの場所ではC型が優占しており、局所的にE型が生育していた(水口ら 2003a)。E型は、気相率が極めて低い粘土に生育しており、C型は気相率が高い黒ボク土などの土壤に生育していることがわかった(西脇ら 2001, 2002)。写真-2のようにE型は低湿地の荒地や放棄水田の中に生育しているのに対し、C型は法面上や水田の畦に多く生育していた。これらのことから、チガヤ2タイプは、生育地を微細に違えることによって、ごく隣接した場所で共存することが可能であると考えられる。

### 4) 種子発芽特性

チガヤ2タイプの種子発芽に及ぼす光と変温の効果を調べた。E型では、家系(種子親×クローン)間の変異は光や変温の効果よりも大きかったため(表-2)、枝分かれ分散分析により家

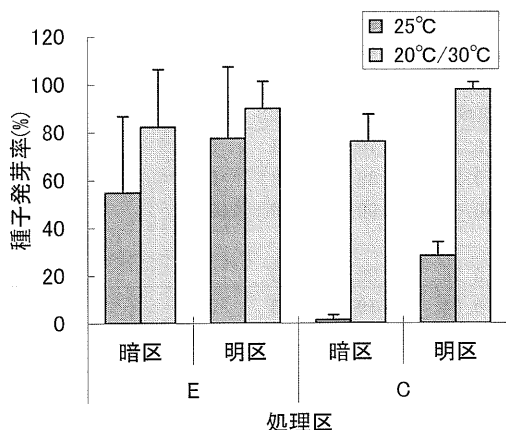
表-2 チガヤ2タイプごとの種子発芽率における種子親と光及び温度の効果 (「水口ら2002a」を改変)

|      |          | E    |        | C      |        |
|------|----------|------|--------|--------|--------|
|      |          | F    | P      | F      | P      |
| 主効果  | 種子親      | 35.5 | <0.001 | 2.7    | 0.047  |
|      | 光        | 10.4 | 0.004  | 137.9  | <0.001 |
|      | 温度       | 18.0 | <0.001 | 1212.4 | <0.001 |
| 交互作用 | 種子親×光    | 0.9  | 0.427  | 2.0    | 0.111  |
|      | 種子親×温度   | 2.9  | 0.075  | 1.0    | 0.440  |
|      | 光×温度     | 2.5  | 0.124  | 1.5    | 0.225  |
|      | 種子親×光×温度 | 0.5  | 0.609  | 2.5    | 0.056  |

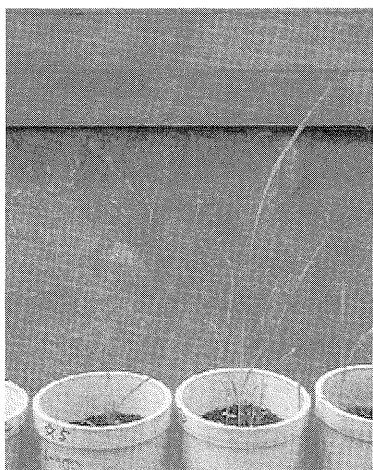
系を考慮して2タイプを比較した。その結果、タイプによって光と温度に対する反応は異なっており、E型は種子休眠性をほとんど示さないのに対し、C型は恒温・暗条件下で休眠種子が見られた(図-3)。こうした違いは、野外におけるチガヤ2タイプの繁殖戦略の違いに大きく関与していると考えられる。

### 5) 実生の初期生育

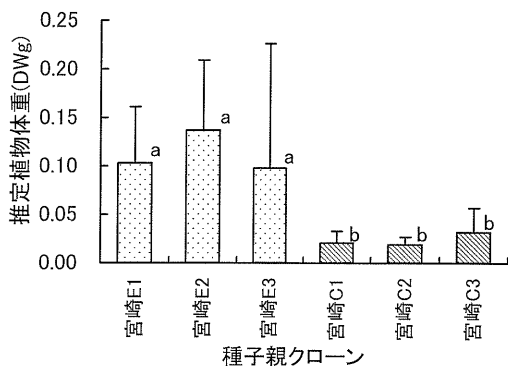
チガヤ2タイプを同一栽培条件下で播種し、1年半目の実生を比較した。E型の方がC型より乾物重で5倍程度大きかった(写真-3, 図-4)。このことは、生育の初期段階では、E型の方が競争上有利であることを示している。しかし、実際にはE型の方がC型に比べ優占度が低い場合が多い。これらの結果は矛盾するようであ



図－3 チガヤ2タイプの種子発芽率における光と温度処理の効果 (「水口ら2002a」を改変)



写真－3 チガヤ2タイプの初期生育  
左がC型、右がE型の播種後1年目の実生。



図－4 チガヤ2タイプにおける実生の初期生育比較  
(「水口ら2000」を改変)  
エラーバーは標準偏差。異文字間で有意差有り  
( $P < 0.05$ )。

るが、C型は2年目になって、主に地下茎が急速に増加し、E型に追いつくことから、競争上の不利な状態は長くは続かない。

### 3. チガヤ2タイプの遺伝的変異

チガヤ2タイプのいくつかの生物学的特性の違いは、同じ条件下で比較した場合でも顕著であったことから、遺伝的な背景によるものが大きいと予想される。こうした遺伝的変異を測定するため、共優性遺伝する分子マーカーとしてアロザイムを用いた。

#### 1) 宮崎のチガヤ2タイプの遺伝的差異

宮崎平野と濃尾平野のチガヤ2タイプ、宮城のC型、宮古島のC型、6集団を用いて、アロザイム変異を測定した。Got遺伝子座において、2タイプはそれぞれ異なる対立遺伝子に完全に固定されていた(表－3)。2タイプ間と集団内、集団間の遺伝的変異量を比較したところ、全変異量に対する集団間の差異の割合を示す集団間分化の程度(*Gst*)において、タイプ別より2タイプ込みの方が極めて大きいことから、2タイプ間の遺伝的差異は大きいことがわかった(表－4)。2タイプ間のNeiの遺伝的距離(根井 1998)は、各タイプ内の地域集団間と比べ、かなり高い値を示した(図－5)。これらのことから、2タイプ間に遺伝子流動は少なく、生殖隔離によって維持されている2分類群が存在することは明らかであった。またタイプ別の集団内の変異量は集団間の変異量と比べて極めて大きかった(表－4)。このような各集団内の遺伝的変異量の大きさが、チガヤの形態を多様にしている要因であると考えられる。

#### 2) 日本列島のチガヤ2タイプの遺伝的変異

日本全国で調査を行い、E型は鹿児島から北海道南部まで、C型は宮古島から秋田までの分



雑種と判断される個体の形態は、フシゲチガヤやケナシチガヤに極めて近いものもあれば中間的なものもあり、非常に多様であった。このような雑種の存在はチガヤの形態変異を高め、分類を困難にする要因の一つであると考えられる。カワラチガヤを記載した本田正次らは、陸前国気仙部矢佐村で1934年に採集した中間型の標本に「カワラチガヤ？」と記載しており、困惑した様子が見え隠れする。

こうした雑種形成の過程と交雑帯の実態を明らかにするために、アロザイムだけでなく葉緑体DNAを用いた解析を行ったところ、秋田県では雑種後代の存在が強く示唆された（西脇ら、2003）。浸透性交雑による交雑帯の形成の実態や雑種の性質については、今後のより詳細な検討が期待される。

#### 4. おわりに

宮崎平野において確認したチガヤ2タイプは、松村らが濃尾平野で確認した2タイプと一致すると考えられる。またE型チガヤは、富永らの寒冷地型やHondaのカワラチガヤ、牧野のケナシチガヤに対応すると考えられる。現在、これら2タイプは同じ種内の変種として扱われているが、生殖隔離の存在および形態や生育地の違いなどを考慮すると、生物学的には別種であると判断される。

この事実は、チガヤの形態的な多様性の理解に役立ち、チガヤを効率的に防除、利用する際に有用であると考えられる。例えば、休耕田などの湿地に優占するケナシチガヤと比較的乾燥地に優占するチガヤとでは、防除に必要な薬剤の種類や量が大きく異なる可能性がある。一方、チガヤを法面緑化などに利用する場合、これら2タイプのチガヤの種子を混合して吹き付ける

ことで、種子休眠性が低く、初期生育が早いE型によって早期に緑化され、その後、C型チガヤが発芽し、定着することで、外来牧草を使わなくとも法面緑化が可能であると考えられる。また、こうした緑化に利用する際には、その地域環境に適応したチガヤである自生のチガヤを採取して用いることで、遺伝的多様性を高く保ち、安定した群落を再現できると同時に、生物多様性の保全に配慮した利用が行われるものと期待される。

#### 文 献

- 江崎次夫・藤久正文・井門義彦（1993）のり面の緑化について（2）－のり面樹草の現存量－。  
愛媛大学農学部演習林報告31：15-31
- Holm LG, Plucknett DL, Pancho JV, Herverger JP (1977) *Imperata cylindrica* (L.) Beauv. In: The World's Worst Weeds, Distribution and Biology, The East-West Center by the Univ Press of Hawaii, Honolulu, p 62-71
- Honda M (1930) Monographia poacearum Japonicarum, bambusoideis exclusis. J Fac Sci Imp Univ Tokyo 3 Sect 3 Botany Part1: 373-376
- Hubbard CE (1944) *Imperata cylindrica*. Taxonomy, Distribution, Economic Significance and Control. Imperial Agricultural Bureau Joint Publication, No.7, Imperial Bureau Pastures and Forage Crops. Aberystwyth, Wales, Great Britain, p63
- 服部 保・浅見佳世・赤松弘治（1994）環境保全および環境創造に向けてのチガヤ群落の活用。人と自然, No.4, p1-25
- 牧野富太郎（1925）日本植物図鑑。北隆館，東京，p832

- 松村正幸, 行村徹 (1980) チガヤ 2 型の比較生態 (1) 植生からみた普通型及び早生型チガヤの生育地特性. 岐阜大学農学部研究報告 43: 233-248
- 松村正幸 (1997) イネ科主要在来野草の個生態 (14). 畜産の研究 51: 1238-1246
- 水口亜樹・西脇亜也・小山田正幸 (2000) チガヤの早生型と普通型の種子発芽特性と初期生育の比較. 日草誌, 46 (別): 16-17
- 水口亜樹・西脇亜也・小山田正幸 (2002a) チガヤ (*Imperata cylindrica* (L.) Beauv.) における開花時期の異なるタイプ間の種子発芽特性の違い. 日草誌, 48: 216-220
- 水口亜樹・西脇亜也・杉本安寛 (2002b) チガヤ 2 種間の人工交配実験と自然集団における雑種形成率の測定. 日草誌, 48 (別): 56-57
- 水口亜樹・西脇亜也・杉本安寛 (2003a) 宮崎大学構内における開花時期の異なるチガヤ (*Imperata cylindrica* (L.) Beauv.) 2 タイプの分布. 宮大農研報 49: 89-94
- 水口亜樹・西脇亜也・杉本安寛 (2003b) 開花時期の異なるチガヤ (*Imperata cylindrica* (L.) Beauv.) 2 タイプ間の形態的変異. 日草誌 49: 324-329
- Mizuguti A, Nishiwaki A, Sugimoto Y (2004a) Genetic Difference between Two Types of *Imperata cylindrica* (L.) Beauv. Characterized by Flowering Phenology. Grassland Science. 50(1):9-14.
- 水口亜樹・西脇亜也・杉本安寛 (2004b) 日本列島のチガヤにおけるアロザイム変異. 日草誌 50 (別): 58-59
- 水口亜樹・西脇亜也 (2004c) 日本列島のチガヤにおける遺伝的多様性の地理的変異. 日本雑草学会誌 49 (別): 120-121
- 猶原恭爾 (1965) 日本草地社会. 資源科学研究所, 東京, p106-111
- 根井正利 (1998) 分子進化遺伝学. 培風館, 東京, p1-433
- 西脇亜也・水口亜樹・土路生紘太郎 (2001) 開花期の違いによって交配隔離されたチガヤ 2 集団の生育立地の違い. 日本雑草学会誌 46 (別): 46-47
- 西脇亜也・水口亜樹 (2002) 日本列島におけるチガヤ 2 分類群間の生育立地の違い. 日草誌 48 (別): 54-55
- 西脇亜也・水口亜樹・芝池博幸・富永達 (2003) アロザイムと葉緑体DNAを用いたチガヤ 2 種間の雑種形成実態の解明. 日本雑草学会誌 48 (別): 82-83
- 長田武正 (1989) 日本イネ科植物図譜. 平凡社, 東京, p759
- Tominaga T, Kobayashi H, Ueki K (1989) Geographical variation of *Imperata cylindrica* (L.) Beauv. in Japan. J Japan Grassl Sci 35: 164-171


 新刊

防除ハンドブックシリーズ

# 稲の病害虫と雑草

平井一男 本田要八郎／編

根本文宏 平井一男 森田弘彦／著

A5判 64頁 定価(本体1600円+税)

本書は稲作の病害虫・雑草の診断と防除を目的とした実用的な内容です。技術者・農家の方向けに、現場で扱いやすいコンパクトサイズになっています。

全国農村教育協会

〒110-0016 東京都台東区台東1-26-6 電話 03-3839-9160 FAX 03-3839-9172  
 ホームページ <http://www.zennokyo.co.jp> Eメール [hon@zennokyo.co.jp](mailto:hon@zennokyo.co.jp)