

特集

適期作業をこれで実現！ 複合作業機の魅力

耕起後の碎土・整地に、施肥や播種——。農業とはいくつもの作業工程をそれぞれの適期に行なうことの繰り返しでもある。しかし降水量の多い日本の農業は、“ままならない”お天道様の影響を受けやすい宿命を背負っている。限られた条件のもとで作業を完了させるため、各農機メーカーでは複数の工程を同時に行なう作業機が開発されてきたが、近年はトラクタの前後にインプルメントを装着する新体系も提案され始めた。複合作業機には時間の有効活用だけでなく、トラクタの踏圧低減や燃費の削減、機械台数やオペレーター確保からの解放というメリットもある。今回の特集では複合作業機の魅力を改めて見直すと同時に、日本の農業経営事情に即した次世代技術を紹介する。





「農業機械化」あるいは「作業複合」という言葉を使うと、人は「省力」という言葉を思いつきそうだ。しかし、機械化が果たす本質的な役割は、人間のままにはならない自然や風土が支配する、「お天道様の時間」の下でいかに効果的に作業をこなすかという点であり、限られた条件の中で目標とする経営を実現するための手段であると考えべきだ。

複合作業機をテーマにした特集を組むにあたって、どうしても紹介したい読者がいる。北海道十勝地域、本別町の石山直貴氏、そして愛知県豊橋市の柴田隆夫氏である。両者とも違った意味で日本最大の経営にチャレンジしている。そんな二人の経営を紹介しながら、大規模経営での作業複合化について考えてみよう。

一人で300ha作業を目指す

北海道でも十勝地域では平均経営面積が約40haになっている。離農の増加や農家人口の減少を考えれば、農家一戸の平均経営規模が100haを超す時代はそう先のことではあるまい。農業経営は多様な形や規模があり得るが、世界の先進国の畑作の常識を考えれば、それは当然目指さざるを得ない経営規模だ。

石山氏の経営面積は150ha。驚くべきことに石山氏は、その面積を

たった一人の労働力でこなしている。作物は麦、ジャガイモ、大豆、小豆、ビートと一般的なものだ。育苗の手間の大きいビートは直播でこなす。石山氏を評して「収量が少ない」とか「雑草だらけで畑を荒らしている」などと、彼の取り組みの価値を理解できない農家は少なくない。でも、彼はそんな他人の評価をまったく気にしていない。明確な目標があるからだ。それは彼一人で300haの経営を実現すること。その上で、雇用を考え、作業の精密さも含めた石山氏ならではの畑作経営を実現しようと考えているのだ。

北海道でもその程度のことか実現できなければ、世界に置いてきぼりにされてしまうと石山氏は考えている。それでもまだ、条件に恵まれた海外の経営面積には及びもつかないかもしれない。しかし、チャレンジもなく白旗をあげる日本農業の敗北主義に安住するのが嫌なのだ。

作業効率を高めるために大型機械化を進める。一人作業であればこそトラクタや作業機の保有台数も多くなるし、大型化も進めてきた。機械購入は、ほとんどすべて海外に自ら出向き、中古のトラクタや作業機類を購入してくる。

しかし、規模拡大を阻む最大の課題は、栽培期間に雨の多い日本の天





候条件だ。プラウがけ、耕盤破碎、碎土、整地、施肥、播種——特に播種に至る春作業の過程で雨に降られることで、作業途中の畑に入らず作業が遅れてしまう。だから作業の複合化は大きな課題なのだ。

このことは、晴れの日が続く欧米の畑作地域と比べると大きなハンデともいえる。欧米諸国でもトラクタの大型化に伴って作業の複合化は進んでいるが、彼らが考えるのは土壌の踏圧軽減と燃料節約が主目的である。しかも彼らの場合は同時に作業幅を広げることも可能なのだ。

一方、雨の多い日本では、独自の作業の組み合わせや複合化の方法を考えざるを得なくなる。石山氏は雨の多かった昨年、スガノ農機(株)が開発中のトラクタ前後に装着する複合作業機をジャガイモ畑でテストした。その結果、多雨の中でも排水不良を起すことなくよい作が得られたそう、今後の経営に良いヒントをもらったと話していた。

作業の合理化目指し 独自機械開発

一方、柴田隆夫氏は赤シソ、キャベツの生産者。7.5haという赤シソの栽培面積は全国一だろう。そんな同氏が自ら開発したのが「赤シソ播種機」である。同氏の「乗用管理機用1畝4条赤シソ用うね立て・播

種・マルチ複合作業機」は、単に複合化のレベルが高いだけでなく、赤シソ生産の合理化を目指す栽培者自身の開発であればこそ細かな工夫が盛り込まれている。

同機は、井関農機(株)の乗用管理機に装着して使う。あらかじめ碎土整地された圃場を平うねにうね立てしながらアグリテクノ矢崎(株)のロール式播種ユニットを4条に並べた播種部で種子を播く。種子の乾燥を防ぐために、播種した種子の上にはトイレットペーパーを敷き、その上にマルチフィルムを敷設する。フィルムは緑の部分を土寄せして抑えるだけではない。フィルムのばたつきをなくすために条間に土を落とすといく。カルチベータが跳ね上げる土をコンベアで機体後部に運び、マルチの上から条間に落とすのだ。

マルチのフィルム切れの警報装置も付いている。フィルムが電気を通さないことを利用して、フィルムがなくなるとブザーで警報を出す装置だ。敷設するマルチフィルムにも苦労の跡がある。株間が3cmになるよう、自分でロール状のまま穴開け加工をする道具も作った。また、複合作業機にすることで作業機の重量が増し、乗用管理機の油圧揚力では足りなくなったため、外部油圧を取り付けて持ち上げ用のシャフトを追加

している。

制約条件を超えてこそ未来がある

石山、柴田の両氏は経営も取り組み内容も異なるが、ともにその経営の課題を克服し可能性を追求すればこそ考える作業複合への工夫なのだ。海外に出向き、中古の機械を安く購入してくる石山氏。メーカーに依存せず、自ら機械を開発製造してしまう柴田氏。共通するのは、自らの経営目標を思い描いた未来への投資であり、リスクを承知でのチャレンジだということである。

こうした作業複合は、北海道の畑作ばかりでなく、府県でも水田での乾田直播や畑作の展開のために必ず必要になってくるだろう。そうした経営要求を持つ経営者は、農家一般の中では限定的であろう。しかし、日本という生産条件の中で露地栽培の規模拡大を考える上では、避けて通れない課題ではないだろうか。前にも触れたが、スガノ農機ではトラクタの前後に多様なインプラメントを装着する複合作業機の開発を進めている。さらに、フロントローダのトップメーカーである三陽機器(株)と共同して、フロントローダに取り付ける前装式作業機の開発も進めている。今後の展開に注目したいところである。(昆吉則)

進化を続ける 複合作業機の沿革

経営条件にもよるが、生産コストの約3割が機械作業の燃料費であるといわれている。また、トラクタの大型化により、土壌が踏み固められる問題も無視できない時代となっている。単体作業機で何度も圃場内を走行するのではなく、圃場への入場回数をいかに減らせるかという観点から、複合作業技術のメリット今一度見直してみよう。

降水量の多い日本こそ 複合作業が求められる

「複合作業」自体は決して新しいトピックではない。これまでも長い間、国内のトラクタメーカーや作業機メーカーが開発に注力してきた技術である。また、大型トラクタの導入が標準化している北海道のような地域では、すでに海外の作業機を使った複合作業体系に取り組まれている読者もいることだろう。

複合作業は、2つ以上の作業工程を同時に行なうという考え方だ。大きく分けると、トラクタのリア側に複合機能を搭載した作業機を装着する体系と、大型トラクタの前後両方に取り付けた作業機で同時作業を行なう体系がある。

本誌が日本における複合作業の重要性をことさらに訴えるのは、欧米やオーストラリアなどと比べて、降水

条件に大きな違いがあるからである。降水量が多く、作業に適した晴天日が都合よく連続しないという宿命が、「適期の間に作業を完了したい」というモチベーションを高めることになる。とりわけ複合作業機の導入意義が高いのは、作業が最も集中し、天候の影響を受けやすい耕起から播種（移植）、薬剤散布までの一連の工程であろう。

耕起・整地作業から播種までには、耕起、碎土・整地、施肥、播種、覆土、鎮圧など実に様々な工程があり、それらの連続する工程を同時に行なえる機械が求められてきた。そのため国内メーカーは、複合機能を

搭載し、なおかつ軽量なリア作業機を開発してきた経緯がある。耕うん作業と播種作業、うね立て整形とマルチング、あるいは施肥と播種を同時に行なう機種がすでに商品化されていることは、読者諸兄の知るところである。

これらの複合作業機が優れている点は、トラクタの大小に関わらず幅広く展開しているところにある。標準技術として普及しやすかったといえるだろう。メーカー各社が試行錯誤を重ねて生み出したこれらの作業機が、農業経営の効率化に果たした功績は大きい。

海外で普及する フロントとリアの同時作業

一方、フロント3点リンク機構を搭載した大型トラクタには、フロント作業機を取り付けることが可能だ。2006年に北海道で開催された「国際農業機械展」において注目を集めたフロント作業機は、このフロント3点リンクを活用したものだ。ヨーロッパの大規模畑作経営では複合作業機が多く取り入れられており、海外の大型トラクタの導入と共に、国内にも紹介されたものである。

このフロント作業機について、農業機械の専門家として本誌でもお馴

染みの村井信仁氏（元北海道農業機械工業会専務理事）は、「大型トラクタの動力源を有効に活用するといふ点だけでなく、ロータリーハローや播種作業など低速で最大の能力を発揮する2つの工程を組み合わせればより効果的である」と紹介している。播種前の仕上げ碎土・整地と、播種の同時作業は、作業効率や作業精度に優れるだけでなく、発芽に有利な水分条件を提供するため、非常に相性がいい。単体作業で高速に幅広く作業をする場合と違って、複合作業ならではの生産性向上が期待できるのである。

また、十数年前から海外製の複合作業機の導入に取り組んできた(株)中沢機械店の中沢史寿氏は、「コンビネーション作業には長所・短所があるが、作業人数の少ない経営体系では、必然的に1人での作業が求められてくる。それぞれの作業を単体機で同時に行なおうとすれば、トラクタは2台、オペレーターも2人必要になるが、コンビネーション化することで、トラクタ台数とオペレーター数の確保から開放されることになる。さらに、連続する2つの作業の間で雨が降ってしまふと、もう一度やり直さなければならぬケースもあるが、コンビネーションを採用することで適期作業の幅が広がる」と、

導入メリットについて話す。

もちろん、こうした作業体系を導入するにあたっては、所有トラクタのスペックや圃場の条件を見極めることも重要である。トラクタの条件では、6気筒エンジン搭載、110〜120馬力以上で、油圧持ち上げ能力が十分であることが必要だ。複合作業においては前後のバランスが求められるので、大型トラクタであってもトラクタ本体重量が軽い場合は、土地条件によっては採用が難しいといえる。

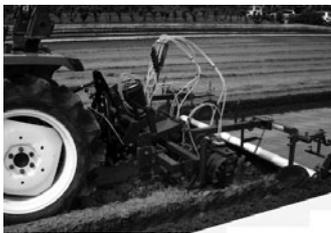
さらに近年、気象条件の変化を口にする農業経営者も多い。2009年は北海道での長雨被害が話題になったが、ほかの地域でも作業適期が狭まるケースが増えている。

前出の中沢氏は「圃場条件や土壌にもよるが、ロータリを主流とした作業体系では硬盤層を形成してしまうため、降った雨水が浸透していかず、土が乾きにくくなる。一方で、垂直に回転軸を持つパワーハローは、ロータリに比べて硬盤層を形成しにくいために雨水が適度に浸透し、降雨後に圃場に入れるまでの日数が減り、作業適期の拡大に功を奏している」と手ごたえを感じている。同社においては、小麦・大豆・コメなどの直播の場合、トラクタ後部装着の複合作業機として、前側に仏サ

複合作業機

マルチ土壤消毒機

アグリテクノ矢崎株式会社

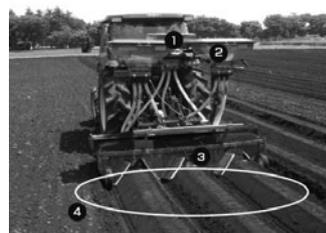


土壤消毒+マルチ

同時作業の効果に加えて、薬剤の注入後すぐにマルチングできるため薬効が上がるメリットがある。

うね内部分施用機「エコうねませ君」

井関農機株式会社



うね成形+部分施肥+部分施薬

施肥作業、うね立て作業の2行程を1行程で行ない、うねのみの部分施肥・施薬で効率的に作業。

フロント施肥機 サンソー フロントシリーズ

ジョーニシ株式会社

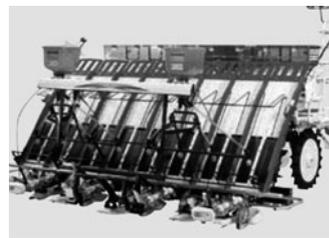


フロント施肥・薬剤サンブ+耕うん

播種に理想的な条件を作り出し、同時に高精度な播種を実現した。

田植機、側条施肥機、除草剤散布機

ヤンマー株式会社



碎土+均平+鎮圧+施肥+播種

田植えと同時に側条施肥、除草剤散布の1台3役で、除草剤散布の適期を逃さず大幅な省力に効果を発揮。

ルキー社のパワーハローを取り付け、後側にも同じくサルキー社のコンビドリルという組み合わせを提案している。

**高精度の作業を実現する
車速連動タイプの登場**

国内メーカーの複合作業体系においては、昨年、トラクタの作業速度と、作業機の散布量や播種量とを連動させる車速連動インプルメントが、(株)ボタと松山(株)から登場した。

開発されたのは、トラクタとインプルメントの電子制御ユニットをつなぎ合わせる車速信号取り出しケーブル。トラクタ側から、このケーブルを通じて取り出せる情報は、①速度、②前後どちらに動いているか、③PTOが動いているか、④断線してないかの4種類。液晶コントローラボックスの搭載で、施肥・播種量などの設定が容易になり、車速を気にすることなく作業できるようになった。平坦でない圃場でも作業精度を確保するため、オペレータの負担を大幅に削減してくれる重要な技術である。

1人で複数の作業を行ない、さらに精度を確保するとすると、電子制御技術などのバックアップも大変効果的である。コントロールパネルによる作業支援も十分に活用したい。

既存の主な

バーチカルハローシーダ

スガノ農機株式会社

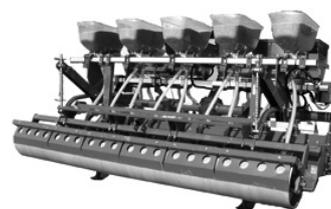


碎土+均平+鎮圧+施肥+播種

播種に理想的な条件を作り出し、同時に高精度な播種を実現した。

搭載型シーダーロータリ

松山株式会社



耕起+施肥+播種+覆土+鎮圧

ドライブハローに装着して耕起から施肥・播種、覆土・鎮圧までを1行程で行う。

播種機 RXGシリーズ

小橋工業株式会社

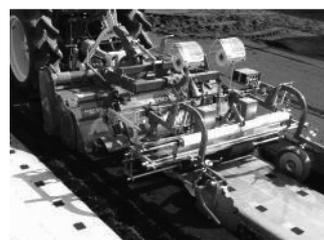


耕うん・整地+施肥+播種+部分鎮圧

RXGSシリーズロータリに装着して耕起から施肥・播種、覆土・鎮圧までを1行程で実現した。

バーチカルハローシーダ

スガノ農機株式会社



耕うん+整地+シードテープ埋設+マルチ

播種に理想的な条件を作り出し、同時に高精度な播種を実現した。

複合作業機の NEXT STAGE

今後大規模化の進行が予想される日本の農業経営。それを支える新技術として注目されるのが、トラクタのリアだけでなく、フロントも活用する前後同時作業体系だ。今年から登場するスガノ農機(株)の「フロントティアシリーズ」は、複雑な圃場条件に対応するため、作業機の組み合わせを多様化して、選択の自由度を高めているのが特徴だ。

前後複合作業体系が 日本で普及してこなかったわけ

本誌読者の中にも、すでに海外製のフロント作業機を導入して効率化に取り組んでいる農業経営者がいる。彼らの声を聞いてみると「適合するトラクタが限られる」「日本の複雑な土壌条件に対応しにくい」「操作が難しい」といった課題を抱えていることがわかった。

たしかに一般的な国産トラクタには、フロントPTOは装備されていない。また、場所や前作物の種類によって圃場の土壌条件が異なるため、単体作業機で一律に土を扱うには限界がある。さらに、起伏に富んだ圃場が多いため、オペレータが操縦技術を高めることで対応している

のが実情である。前後に作業機を取り付けて全長が長くなれば、それだけ操作性も複雑になるというものだ。フロント作業機が普及するには、決してハードルが低いとはいえない。

そこで今回は、スガノ農機(株)が開発した「フロントティアシリーズ」「コンビソイラ」という新技術を取り上げ、日本型複合作業機の可能性に注目したい。開発に携わった同社開発設計グループの下村剛グループ長に、開発の経緯を聞いた。

スガノ農機のフロント作業機 1号機の登場は16年前だった

スガノ農機がフロント作業機を開発を手がけたのは、16年前に遡る。岐阜県海津市で大規模な土地利用型

農業を展開する(有)サンフレッシュ海津の代表、高木健一氏の依頼で、チャレンジャー製のフルクローラトラクタ専用、表面砕土用の作業機を開発したのが最初であるという。これはトラクタ前方のレベラー用排土

板に取り付けるタイプで、スプリングタインを採用した作業幅6mの折りたたみ式作業機だ。フロント側で砕土鎮圧しながら播種床を整え、リア側で播種作業を同時に行なう複合作業体系が実現でき、今でも現役で使用されている。前後同時作業に加えて、作業幅を広げることも可能であり、両方の効率化を採用したスベシヤルな作業体系といえる。

当時、1台きりで広がらなかった背景には、いくつかの理由があった。最大の要因としては、動力側のトラクタの問題として、フロント3点リンクが普及していなかったことが挙げられる。仮に付いていても、PTOやボジションコントロール機能がなかった。播種床の準備のために求められる、表層砕土・仕上げ砕土・整地などの作業精度を実現できな

ったのである。

フロントなのに「牽引」する 新型作業機の開発

近年になって海外から大型トラクタの輸入が進み、フロント3点リンクを持つトラクタも十数年前よりは見られるようになってきた。そこで開発グループは、改めてフロント作業機の可能性に注目するようになった。せっかく高額で高性能なトラクタを導入しているにも関わらず、フロントにウェイトを取り付けるだけでは、性能の半分も活かしていないのではないか。そんな思いから開発されたのが「フロントティアシリーズ」である。

同シリーズは、リアに取り付ける作業機との組み合わせで、複合的な作業を実現するフロント作業機構成で



複合作業機の開発経緯を語ってくれたスガノ農機の下村剛グループ長。



所有するには、組み立てられた折りたたみ式作業機で、砕土・整地を行なう。岐阜県のサンフレッシュ海津が所有するチャレンジャートラクターには、スガノ農機が初めて開発に取り組んだフロント作業機が装着されている。スプリングタインを採用した折りたたみ式作業機で、砕土・整地を行なう。

ある。「シリーズ1」では、媒体となるメインフレームに3つのツール（コルタ、スプライングボード、スプリングタイン）の中からひとつを選んで前方に、4つのローラ（スチールリング、Vリング、パッカーローラ、Wスパイラルローラ）の中からひとつを選んで後方に、それぞれ取り付けて使用する。残渣や草地の根を切断するコルタをフロント作業機に搭載したのは、世界でも初め

ての試みである。また、メインフレームには、支点を前方に持つてくる追従機構を採用している点も特筆できる。フロント作業機は「押す」作業というイメージを持ちやすいが、同シリーズはメインフレーム前方の支点から「引く」作業なのである。なお、「シリーズ2」では、フロントスタブルカルチ、フロントカッター、フロントディスクの3種類の

ツールをラインナップしている。これらはメインフレームを使わないため「押す」作業になるが、鋤き込み作業などでリア側のつまりを改善するなど、やはり作業性を向上させることになる。

組み合わせを変えることで 多様な土壌条件に対応

現在導入されている海外製の機械がほぼ単体機であるのに対して、同シリーズの大きな特徴は、ひとつのメインフレームに作業目的や土質に合わせて自由に作業機を組み合わせることができるといふ点である。欧米ならいざ知らず、日本の農業経営では条件に合った土地だけを選ぶということが不可能である。経営規模が拡大すれば、その分だけ異なる条件の土地が増えることになる。単体機で対応するには限界があるのだ。

この自由に組み合わせるといふ発想は、フロント作業機にとどまらず、リア作業機においても、3点リンクに直装した作業機の後方に、作業機を組み合わせる「コンビソイラ」の開発に至っている。「コンビソイラ」とは、リア用のコンビネーション型心土破砕機である。コンビネーション用コルタ（前側用）、コンビネーション型心土破砕機（4本爪または6本爪）、スタブルカルチ、パー

チカルハロー、ウェーブローラ（後側用）、パイプローラ（後側用）の各機械を自由に連結できる機構になっている。心土破砕作業や粗耕起など、より圃場条件に適した作業を選択できるツールだ。

次世代の日本型複合作業機ともいえるこれらのツールは、それぞれの組み合わせに加えて、フロントとリアの相加相乗という実によりレキシブルなコンビネーションを実現することになる。複雑な農業経営の条件に、柔軟に対応することが可能になるだろう。たとえばバレイシヨが前作物の圃場であれば、残渣物のつるを切るためのコルタを選択すれば良いが、前作物がビートであれば負荷がかかるのでコンビネーションを変えたいという具合だ。

その一方で、相性の悪い作業を組み合わせるとは、効率化どころか悪影響になりかねないことにも注意したい。現在スガノ農機では、経営面積、所有トラクタ、作業体系、作物、土質などの農業経営の諸条件に応じて最適な作業体系を提案できるように、現場調査を重ねているところだといふ。

圃場への進入回数が減り 踏圧も低減する

こうした前後複合作業は、踏圧問

題にも好影響をもたらす。大型トラクタで作業を重ねれば、踏圧問題が常について回ることになるが、フロント、リアの同時作業を行なうトラクタは、非常に重量バランスが良いのである。力のかかる部位が前方のフロント作業機、中央のトラクタのタイヤ、後方のリア作業機と分散するからである。

このようにバランスのとれた状況で2工程を1回の作業で行なえば、踏圧の影響が小さく、作物への影響が少ない効率作業が実現することになる。

単体作業機で何度も圃場内を走行するのではなく、複数の作業を一度に完了させることで圃場への入場回数を減らす——。新たな営農体系に挑戦する意義が、こうした部分からもうかがえる。

国産トラクタでも前後同時作業を実現！

さらに今回、注目すべきトピックとして、多くの国産トラクタにも装着可能なフロント作業機が登場することが挙げられる。基本的に国産のトラクタには、フロント3点リンク機構は付いていない。そのためこれまで、前後同時作業による複合体系は、北海道などの一部の大規模経営者にしか関心の持てない技術であ



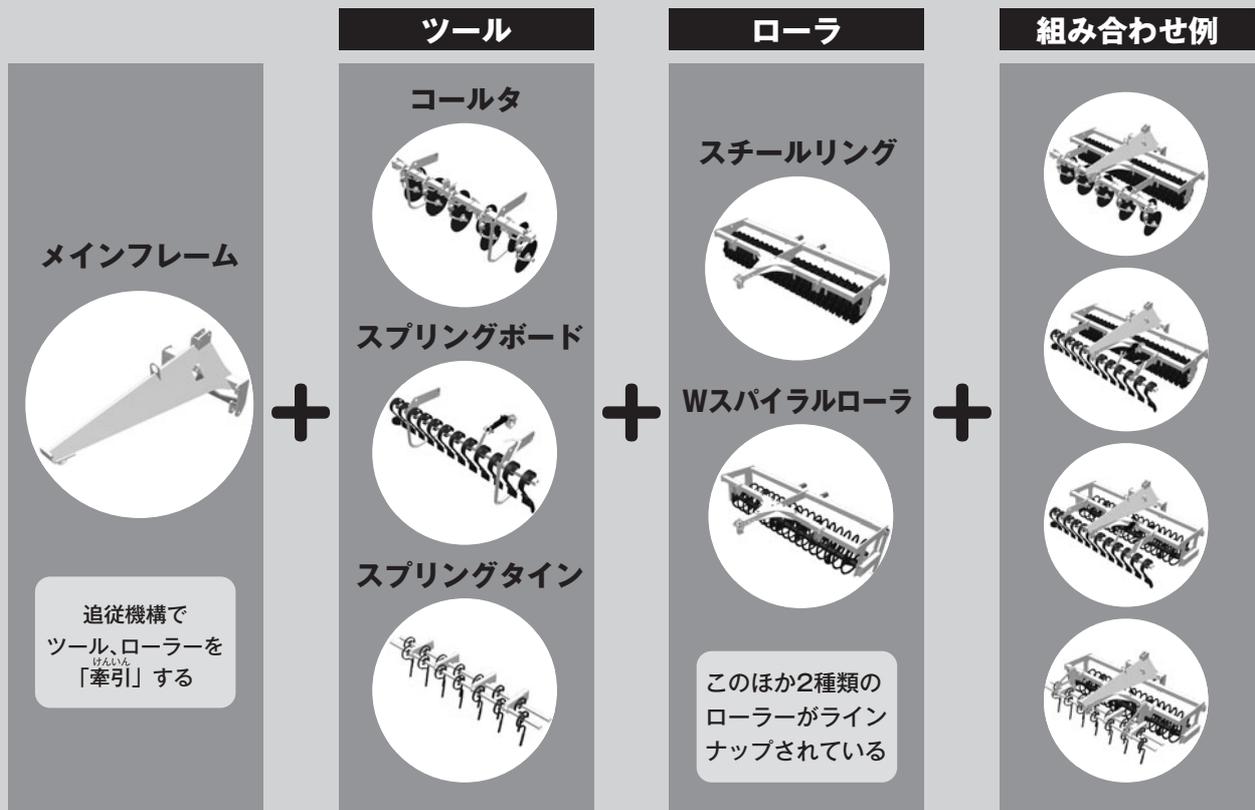
フロンティアシリーズとコンビソイラによるコンビネーション。圃場への進入回数が減らせるのはもちろん、重量バランスもよいため踏圧を軽減できる。

った。

フロント作業機を府県の農業経営にも提案できないものかと考えたスガノ農機が注目したのは、フロントローダである。三陽機器(株)が開発した作業性と使いやすさを追求した強固なフロントローダのバケットを外し、メインフレームを取り付けることで、国産トラクタでも利用しやすいフロント作業機を実現したのである。

鎮圧性に優れたVリングローラに限定し、3つのツール(コールタ、スプリングボード、スプリングタイン)

フロンティアシリーズ1 (フロント作業)





フロントローダを活用して砕土・整地作業を行なう「フロンティア ローダSS」。スガノ農機と三陽機器が共同開発した。写真のようにフロントローダを持ち上げることができるので、枕地での旋回も容易だ。2010年7月に発売予定。

をラインナップしたこの作業機は、作業体系への新提案として注目に値する。

新しい試みゆえ対応可能なトラクタ機種は限られるが、作業幅は2・5mと、リア作業機との相性も良く、旋回時にフロントローダをあげるこ
とによって操作性も確保されてい
る。三陽機器によれば、「安全強度
を見ながら100馬力クラスの純正
仕様で対応が可能であろう」とのこ
とだ。

フロントローダの活用用途が、す
くう、運ぶ、飼料イネ等のロールア
ップだけでなく、圃場内での整地作

業にも広がるのは画期的である。そ
して、これまで大規模経営だけに限
られてきた前後複合作業の潮流に
も、新たな動きが出てきたといえよ
う。

**2010年7月の
国際農業機械展に展示予定**

今回の特集で紹介したスガノ農機
の作業機各種は、2010年7月8日
(木)～12日(月)に北海道帯広市で
開催予定の「第32回国際農業機械展」
にて発表される予定である。是非、
足を運んで、複合作業のNEXT S
TAG Eを感じていただきたい。

コンビソイラ (リア作業)

前側用アタッチメント

コンビネーション用
コルタ



コンビネーション型
心土破砕機
コンビソイラ



コンビネーション可能ツール

バーチカルハロー



スタブルカルチ



後側用アタッチメントローラ

ウェーブローラ



パイプローラ



組み合わせ例

