

冬作ライムギをカバークロープとして用いた北海道十勝地域の ダイズ作における雑草防除

石川枝津子*・横田 聡*・義平大樹**・小林浩幸***

キーワード: 北海道十勝地域, ダイズ作, 冬作ライムギ, カバークロープ, 雑草防除

Keywords: Tokachi area of Hokkaido, soybean, winter rye, cover crop, weed control

緒言: 北海道の主要な畑作物であるダイズ (*Glycine max* (L.) Merrill) では、消費者の安全嗜好や環境保全の観点から減農薬が強く求められているが、除草効果とコストの点から、雑草対策は播種後の土壌処理除草剤に大きく依存しているのが現状である。一方、近年になって、土壌処理除草剤に代わる雑草対策技術として、東北地方南部のダイズ作を対象に冬作オオムギ (*Hordeum vulgare* L.) を用いた不耕起栽培が開発されている (Kobayashi *et al.* 2004; 小林・小柳 2005)。しかし、北海道では、オオムギの冬作が気候的に不可能であることから、オオムギの代替作物としてライムギ (*Secale cereale* L.) を取り上げ、ライムギの刈取り時期とマルチ化の方法、ダイズの条間と施肥方法について検討した。その結果、北海道十勝地域のダイズ作を対象とした冬作ライムギをカバークロープとして用いた雑草防除技術に関する有用な知見が得られたので、ここに報告する。

材料および方法

試験は、北海道東部十勝地域芽室町にある北海道農業研究センター芽室研究拠点の乾性火山灰土の圃場で実施した。

実験 1. ライムギの栽培

試験には、予め北海道農業研究センター芽室研究拠点で

行った栽培試験において、安定した生育を示した酪農学園大学で育成されたライムギ4倍体系統を供した。前作のトウモロコシ収穫後の2007年9月18日に、ライムギを条間30cm、播種深度3cm、播種量1.4kg/aで、527m²(17m×31m)に播種し、同時に化成肥料(商品名BBムギ121, N10%, P₂O₅20%, K₂O10%, Mg5%)を4kg/aとして側条施肥した。ライムギの播種と施肥は施肥播種機(芝浦社製・KF500S)で行った。

実験 2. 刈取り時期別のライムギの再生

実験1のライムギ栽培圃場において、2008年5月19日、5月26日および6月2日に、越冬ライムギを地際から10cmの高さで刈取り、出穂の有無を確認した後、草丈および地上部乾物重(g/m²)を測定した。草丈については、無作為に抽出した12株の草丈を測定し、その平均値を求めた。また、地上部乾物重については、50cm×50cmのコドラートに含まれる麦稈の重量を80°Cで48時間乾燥した後に測定し、m²当たりの乾物重に換算した。その後、試験区を自然条件下で放置し、第1回目の刈取り日(5月19日)、第2回目の刈取り日(5月26日)および第3回目の刈取り日(6月2日)のそれぞれ58日後、51日後および41日後に相当する7月16日に、再生した茎数(本/m²)と結実の有無を調査した。すべての試験は1区3m²(長さ3m×4条)として、3反復で行った。

実験 3. 機械によるマルチ化とライムギおよび雑草の再生

2008年5月26日に、実験1のライムギ栽培圃場に1区80m²(長さ20m×4条)の試験区を設置した。次いで、地際から10cmの高さでハンマーナイフモア(パロネス社製・HM80,以降モア)を用いてライムギを刈敷きした区(モア区)、ハンマーナイフモアでライムギを刈敷きした後にパワーハロー(CELLI社製・RANGER3050)で切り株を浮かし処理した区(モア+ハロー区)、ストローチョッパー(ノビリ社製・BNG230,以降チョッパー)でライムギを刈敷きした区(チョッパー区)、ストローチョッパーで刈敷きした後にパワーハローで切り株を浮かし処理した区(チョッパー+ハロー区)および除草効果の対象区として麦稈を完全に除去した無被覆区を設けた。機械によるマルチ化の51日後(7月16日)に、各試験区内に1m×1mのコドラートを4カ所ランダムに設置し、コドラート内に含まれるライムギの茎数と結実の有無を調査した。また、機械によるマルチ化の49日後(7月14日)に、各試験区内にランダムに設置した4つの50cm×50cm

* (独) 農研機構・北海道農業研究センター
〒082-0081 北海道河西郡芽室町新生南9-4
isweed@affrc.go.jp

** 酪農学園大学
〒069-8501 北海道江別市文京台緑町582-1

*** (独) 農研機構・東北農業研究センター
〒960-2156 福島県福島市荒井字原宿南50
Shizuko Ishikawa*, Satoshi Yokota*, Taiki Yoshihira** and
Hiroyuki Kobayashi***: Weed control system using winter rye
as a cover crop in soybean in Tokachi area of Hokkaido

* NARO Hokkaido Agricultural Research Center 9-4, shinsei-minami, Memuro, Hokkaido, 082-0081 Japan
isweed@affrc.go.jp

** Rakuno Gakuen University 582-1, midorimachi, Bunkyoudai, Ebetu, Hokkaido, 069-8501 Japan

*** NARO Tohoku Agricultural Research Center 50, Harajukuminami, Arai, Fukushima, 960-2156 Japan
(2013年4月23日受付、2013年7月2日受理)

のコードラートに含まれる雑草の種数と本数を測定した。

実験4. ダイズの条間と施肥方法別の除草効果とダイズ収量

前作のバレイショ収穫後の2009年9月16日に、実験1と同様の方法でライムギを300m² (30m × 10m) の圃場に播種した。翌春の5月31日に、実験3において最も高いライムギ再生抑制効果と防草効果を示した「モア+ハロー」を用いてライムギのマルチ化を行った。なお、5月31日時点におけるライムギの地上部乾物重と草丈はそれぞれ653.8±42.8g/m²と97.2±2.9cmであった。次いで、試験区内に2.5m × 2mのプロットを18個設置し、6月1日にダイズ(品種、トヨハルカ)を1粒/播種穴として播種し、以下に示す施肥方法(3水準)と栽植密度(2水準)を組み合わせた試験を行った。

(1) 施肥法: 播種の当日に、化成肥料(商品名: エコーブ苦土入り複合硫加燐安 S325, N: 3.0%, P₂O₅: 25.0%, K₂O: 13.0%, Mg: 5.0%) 5kg/aをダイズ播種穴の横に深さ2cmの穴を開けて肥料を埋め込むスポット施肥, プロットの全面に肥料施肥する全面施肥, 肥料を処理しない無施肥を設定した。

(2) 栽植密度: 株間を7.5cmの共通とし、条間60cmの慣行区と条間30cmの狭畦区を設定した。

設定した18個のプロットにおいて以下の調査を行った。8月2日にプロット内に50cm × 50cmのコードラートを設置し、雑草の本数と地上部生重を草種別に測定した。また、9月27日にプロット全体で、ダイズの株立率(結実株数/播種穴数 × 100)を測定した。10月2日に各プロット当たりダイズ5個体を地際で刈取った後、乾燥させて個体重、種子重、100粒重を測定した。これらのダイズの収量形質に対する施肥法と条間の効果を3反復の2元分散分析で検定した。

結 果

実験1. ライムギの栽培

越冬ライムギの5月19日、5月26日および6月2日の地上部乾物重(g/m²)はそれぞれ421.9g/m²、613.0g/m²および

741.5g/m²であった。地上部乾物重と同様に、草丈も調査日が遅れるほど、大きな値を示し、5月26日には100cmを越えた。また、越冬ライムギの出穂は5月26日以降に、開花は6月18日に確認された(第1表)。

実験2. 刈取り時期別のライムギの再生

越冬ライムギを5月19日、5月26日および6月2日に刈り取った場合の7月16日における再生茎数(本/m²)は189.8本/m²、109.4本/m²および60.3本/m²であり、同じく結実茎数(本/m²)は185.4本/m²、89.3本/m²および49.1本/m²であり、刈取り時期が遅くなるほど値は小さくなった(第1表)。

実験3. 機械によるマルチ化とライムギおよび雑草の再生

モアおよびチョッパー区ともに、越冬ライムギは切断粉砕されたが、チョッパー区では切断粉砕した麦稈は均一に被覆されず、部分的に地面の露出する箇所が散見された。モア区、モア+ハロー区、チョッパー区およびチョッパー+ハロー区の処理51日後(7月16日)におけるライムギの再生茎数(本/m²)と結実茎数(本/m²)はチョッパー区で最大値を示し、チョッパー+ハロー区では、ライムギの再生は全く認められなかった(第2表)。

上記の4つの機械によるマルチ処理区と無被覆区において、7月14日にタニソバ(*Persicaria nepalensis* (Meisn) H. Gross)、イヌタデ(*Persicaria longiseta* (De Bruyn) Kitag)、シロザ(*Chenopodium album* L.)、スカシタゴボウ(*Rorippa islandica* (Oedwe) Borb.)、ナギナタコウジュ(*Elsholtzia ciliata* (Thunb.) Hylander)、セイヨウタンポポ(*Taraxacum officinale* Weber)、ツユクサ(*Commelina communis* L.)、イヌビエ(*Echinochloa crus-galli* (L.) Beauv. var. *crus-galli*)、ノボロギク(*Senecio vulgaris* L.)、キレハイヌガラシ(*Rorippa sylvestris* (L.) Bess)の10種の雑草が確認された。各処理区の雑草の生残雑草本数(本/m²)はモア+ハロー区<モア区、チョッパー区<チョッパー+ハロー区、被覆無区の順であった。モア区に比べ、モア+ハロー区では、イヌタデとタニソバが著しく減少したがスカシタゴボウが増加した。一方、チョッパー+ハロー区では、チョッパー区に比べイヌタデは減少したものの、タニソバとスカシタゴボウ

第1表 刈取り日の違いがライムギの生育量と切り株からの再生に及ぼす影響

刈取り日	刈取り時の状態			刈取り後(7/16)
	地上部乾物重(g/m ²)	草丈(cm)	出穂の有無	結実茎数(本/m ²) (再生茎数(本/m ²))
5/19	421.9 ± 66.3	79.2 ± 1.1	無	185.4 ± 18.4 (189.8 ± 17.4)
5/26	613.0 ± 134.0	101.0 ± 9.8	有	89.3 ± 8.1 (109.4 ± 5.9)
6/2	741.5 ± 85.3	116.6 ± 1.4	有	49.1 ± 12.4 (60.3 ± 15.5)

草丈は12株、地上部乾物重と再生・結実茎数は3反復の平均値±標準誤差

第2表 刈敷き方法の違いがライムギの再生とその後の再生に及ぼす影響

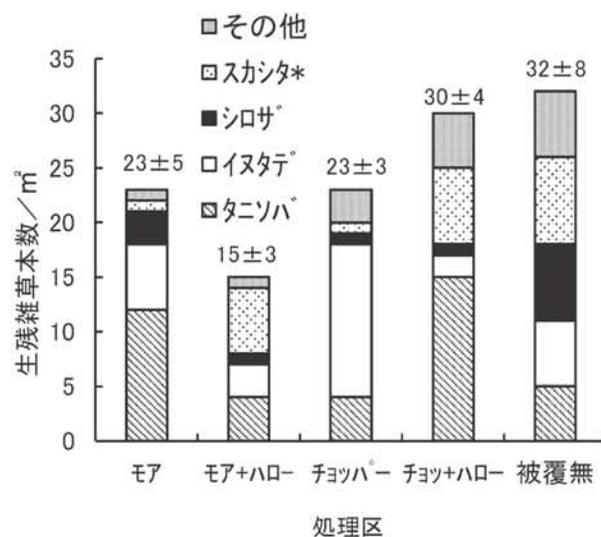
刈敷き方法	結実茎数 (本/m ²) (再生茎数 (本/m ²))
モア	43.0 ± 7.0 (58.0 ± 8.1)
モア+パワーハロー	3.0 ± 1.9 (7.0 ± 1.9)
チョッパー	89.0 ± 17.5 (126.0 ± 32.6)
チョッパー+パワーハロー	0.0 ± 0.0 (0.0 ± 0.0)

数値は4反復の平均値±標準誤差

が増加し、全体として生残雑草本数はチョッパー区の1.3倍に増加した(第1図)。

実験4. ダイズの条間と施肥方法別の除草効果とダイズ収量

ライムギ刈敷き63日後(8月2日)のダイズ畑において、タニソバ、イスタデ、シロザ、スカシタゴボウ、ナギナタコウジュ、ハコベ(*Stellaria media* (L.) Villars)、セイヨウタンポポの7種の雑草が確認された。雑草の生重と生残雑草本数は施肥方法により異なった。すなわち、生残雑草本数は全面施肥区で多かったものの、スポット施肥区と無施肥区ではほぼ同等であった。しかし、生重は全面施肥区>スポット施肥区>無施肥区の順であった。生残雑草本数と生重ともに、全面施肥区では条間60cm区の値が条間30cm区の値よりも明らかに多かったが、スポット施肥区では条間による差が小さかった。また、雑草の発生量を種類別に比較すると、全ての処理



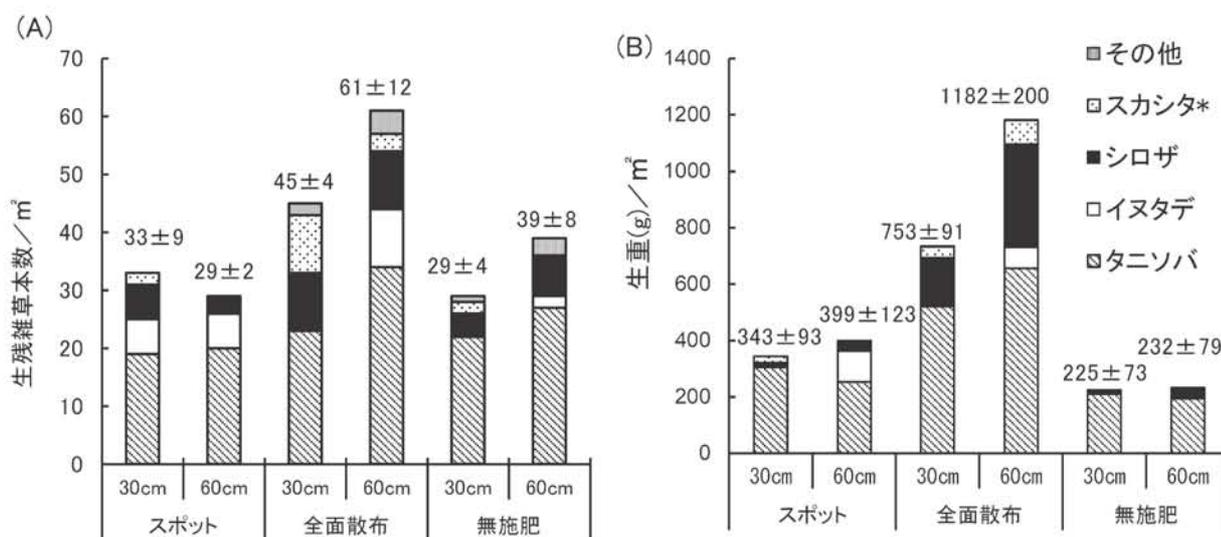
第1図 機械によるライムギの刈敷き方法の違いが生残雑草数に及ぼす効果

数値は4反復の平均値±標準誤差

スカシタ: スカシタゴボウ

区で優占していた雑草はタニソバであった。(第2図)

次にダイズの収量について述べる。ダイズの最大株立率はスポット施肥/条間30cm区の88.9%であり、無施肥区よりも施肥区、条間60cm区よりも条間30cm区で高い傾向にあった。個体重、個体当たり種子重、反収および100粒重ともに、スポット施肥区>全面施肥区>無施肥区の順であり、条間による違いは個体重と反収で顕著であり、条間30cm区では、個体重は減少したが反収は増加した。スポット施肥/条間30cm区で346.8kgと最も高い反収が得られ、この値はスポッ



第2図 施肥方法と条間の違いが生残雑草の本数(A)と地上部生重(B)に及ぼす影響

数値は3反復の平均値±標準誤差

スカシタ: スカシタゴボウ

第3表 施肥法と条間の違いがダイズの株立率と収量形質に及ぼす影響

施肥法	条間	株立率 (%)	個体重 (g)	個体当たり種子重 (g)	反収 (kg)	100粒重 (g)
スポット	30 cm	88.9 ± 9.5	20.8 ± 3.4	12.1 ± 2.1	346.8 ± 38.8	35.9 ± 1.1
〃	60 cm	82.2 ± 10.1	30.3 ± 3.1	17.2 ± 1.7	253.9 ± 26.5	35.6 ± 0.8
全面散布	30 cm	85.6 ± 12.5	11.1 ± 0.9	6.5 ± 0.6	196.1 ± 4.9	33.8 ± 1.2
〃	60 cm	74.4 ± 1.0	12.2 ± 0.7	6.9 ± 0.5	91.6 ± 6.7	30.8 ± 1.5
無施肥	30 cm	72.8 ± 13.8	5.1 ± 0.9	3.1 ± 0.6	78.4 ± 10.9	27.1 ± 1.2
〃	60 cm	78.3 ± 4.4	6.4 ± 0.3	3.5 ± 0.2	49.6 ± 4.9	25.6 ± 1.0
[分散分析]						
施肥法 (F)		ns	**	**	**	**
条間 (D)		ns	*	ns	*	ns
F × D		ns	ns	ns	ns	ns

数値は3反復の平均値と標準誤差

*, **: 5%および1%水準で有意, ns: 有意でない

ト施肥/条間 60 cm 区の 1.4 倍, 全面施肥/条間 30 cm 区の 1.8 倍であった (第3表)。

考 察

越冬ライムギをカバークロップとしてダイズ作に利用する場合, 刈敷きだけではライムギは切り株から再生し, 作物の生育を阻害する可能性がある (Masiunas *et al.* 1995)。また, 結実して発芽可能な種子は次作にも影響するため (Singer *et al.* 2007), マルチ化においてライムギを再生・結実させない必要がある。そこで, 本実験では, 越冬ライムギの刈取り時期, マルチ化の方法および施肥方法を変えて, 雑草の発生量とダイズ収量を指標に, ライムギをカバークロップとしたダイズ作について検討した。

まず, 刈取り日について考察する。本実験から, 越冬ライムギの刈取り日を遅らせることで, 切り株から再生と結実茎数は減少した。しかし, 越冬ライムギの切り株からの再生は開花後の刈取りで完全に抑えられるという研究結果があるものの (Wilkins and Bellinder 1996), 本実験では, 最も遅い6月2日に刈取った場合でも, ライムギの再生と再生茎からの結実数は完全に抑えられなかった(第1表)。本試験圃場において, ライムギの出穂は5月26日に, 開花は6月18日にそれぞれ確認された。このことから, ライムギの刈取り日を6月中旬以降に設定することにより, 切り株からの植物体の再生と結実を防ぐことが可能と考えられたが, 北海道十勝地域におけるダイズ播種の晩限期が5月20日~30日頃であることから (西入ら 1980), 6月中旬までライムギの刈敷きの時期を遅らせることはできない。そこで, 刈取り日だけではライムギの再生結実を防ぐことができないと考え, ライムギの切り株にダメージを与える機械処理を検討した。その結果, ライムギ

出穂後のダイズの安全播種期である5月26日に刈敷きして, その後にパワーハローをかけることで, 再生して結実する茎数を0~3本/m²以下に抑えることができた(第2表)。

一方, 機械を用いたマルチ処理においては, 機械の種類によって, 切断粉碎された麦稈が圃場全体に均一に被覆されずに局在化し, 最終的に除草効果の低下をもたらす可能性がある。そこで, 本実験において, モア, モア+ハロー, チョッパー, チョッパー+ハローの4種類の試験区を設け, 除草効果を比較した。その結果, 最も高い除草効果がモアによる刈敷き後にパワーハローをかけた試験区で得られた。モア+ハロー区ではスカシタゴボウがわずかに増加したが, 総生残雑草本数はモア単用区より少なかった(第1図)。

一方, 雑草の発生量は施肥法によって大きく異なることが判明した。スポット施肥区の雑草生重は全面施肥区の半分以下に激減し, 生残雑草本数も著しく減少した(第2図)。しかし, 施肥方法をスポット施肥に限定した場合, 30 cm 条間区と 60 cm 条間区の間, 生残雑草本数と生重において明確な違いは認められなかった(第2図)。冬作オオムギをカバークロップとして利用した東北地方のダイズ栽培において, 狭畦が有効な雑草対策として示されているが (小林・小柳 2005), 本試験に供試したダイズ品種「トヨハルカ」は, 分枝数が少なく被覆力の弱い主茎型であったことから, 狭畦による除草効果が低かったものと考えられる。施肥方法別に除草効果を比較すると, スポット施肥区で最も高い除草効果が得られた。しかしながら, 完全防除は得られず, タニソバが残存した(第2図)。タニソバは夏期に発生し (渡辺・広川 1967), 十勝地域のダイズ栽培では, 土壌処理除草剤の効果が切れた時期 (ダイズ生育期) に機械除草や手取り除草が行われている (石川 2011)。カバークロップを導入した栽培に

においても、ダイズ生育期のタニソバ対策は不可欠と考えられる。十勝地域のダイズ栽培では、生育期の雑草対策として非選択性除草剤の畦間株間処理の有効性が明らかになっており(石川 2011, 2012)、カバークロープ体系との組み合わせが考えられる。また、ダイズ収量は施肥法によって大きく異なり、ダイズ収量はスポット施肥区で最大となり、条間を 30 cm とした場合の収量は全面施肥区の 1.8 倍に増加した(第 3 表)。

越冬ライムギをカバークロープとして利用したダイズ栽培において、ライムギ刈敷きからダイズ播種まで期間が短い場合に、ダイズ株立数の減少や収量低下が生じるとの報告がある(Liebl *et al.* 1992)。十勝地域では、ライムギの生育ステージとダイズの安全播種期間の観点から、ライムギ刈敷きからダイズ播種まで期間を空けることはできない。しかし、本試験において、ライムギ刈敷きの翌日にダイズを播種した場合においても、施肥法と栽植密度の改善によってダイズの株立数や収量が確保されることが明らかになったことから、冬作ライムギのカバークロープは北海道のダイズ作においても効果的な除草技術に成りうることが示唆された。

本試験に供した 4 倍体ライムギは市販されていない。また、ダイズ栽培において、肥料とダイズ種子を手撒きしたが、実際のダイズ栽培では、機械による作業が必要である。今後、冬作ライムギをカバークロープとして利用したダイズ栽培技術を十勝地域に普及するためには、5 月下旬に出穂し、地上部乾物重が 600 g/m² 以上を確保できるライムギ品種の選定と、スポット施肥と狭畦密植が可能な不耕起狭畦施肥播種機の開発が必要である。さらに、狭畦による雑草抑制効果を高めるために分枝数が多く被覆力の高いダイズ品種の選択も検討したい。

謝 辞

本研究を遂行するにあたり、ライムギの機械によるマルチ化を行っていただいた北海道農業研究センター研究支援センター業務第 3 科平直樹氏に心から感謝の意を表します。

引用文献

- 石川枝津子 2011. 北海道十勝地域のダイズ作雑草防除効果に及ぼす主茎型品種、狭畦栽培および除草剤処理体系の影響. 雑草研究 56, 81-88.
- 石川枝津子 2012. 非選択性除草剤畦間株間処理によるダイズ狭畦栽培の雑草防除. 北農 79, 410-413.
- Kobayashi, H., S. Miura and A. Oyanagi 2004. Effects of winter barley as a cover crop on the weed vegetation in a no-tillage soybean. *Weed Biol. Management* 4, 195-205.
- 小林浩幸・小柳敦史 2005. 冬作オオムギをカバークロープとして用いた不耕起ダイズ栽培において狭畦化と除草処理が雑草量とダイズの収量に及ぼす影響. 雑草研究 50, 284-291.
- Liebl, R., F.W. Simmons, L.M. Wax and E.W. Stoller 1992. Effect of Rye (*Secalace real*) mulch on weed control and soil moisture in soybean (*Glycine max*). *Weed Technol.* 6, 838-846.
- Masiunas, J.B., L.A. Weston and S.C. Weller 1995. The impact of rye cover crops on weed populations in a tomato cropping system. *Weed Sci.* 43, 318-323.
- 西入恵二・松井重雄・泉山陽一 1980. 寒地におけるダイズの安全作期に関する研究. 第 1 報 作期の相違とダイズの生育、収量. 北海道農試研報 126, 105-121.
- Singer, J.W., K.A. Kohler and P.B. McDonald 2007. Self-seeding winter cereal cover crops in soybean. *Agron. J.* 99, 73-79.
- Wilkins, E.D. and R.R. Bellinder 1996. Mow-kill regulation of winter cereals for spring no-till crop production. *Weed Technol.* 10, 247-252.
- 渡辺泰・広川文彦 1967. 十勝地方における主要畑雑草の生態的研究. 第 1 報 季節的発生消長について. 北海道農業試験場彙報 91, 31-40.